

957

В р-хр

На правах рукописи

**ДОЛГАНОВА
НАТАЛЬЯ ТАКЕНОВНА**

**Состав, сезонная и межгодовая динамика планктона
северо-западной части Японского моря**

03.00.18 Гидробиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук



Владивосток, 2000

Работа выполнена в лаборатории по изучению планктона дальневосточных морей Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра (ТИНРО-центра)

Научный руководитель:

Доктор биологических наук, профессор В.П. Шунтов

Официальные оппоненты:

Доктор биологических наук В.Г. Чавтур

Кандидат биологических наук Б.П. Кожевников

Ведущая организация: Институт океанологии РАН (Москва)

Защита диссертации состоится "16" марта 2000 г в ___ часов на заседании диссертационного совета Д 003. 66. 01 при Институте биологии моря ДВО РАН по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, Институт биологии моря.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии моря ДВО РАН.

Автореферат разослан "8" февраля 2000 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Будникова

Л.Л.Будникова

- 3 -

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Планктон является основой кормовой базы значительной части nekтона, в том числе большинства промысловых пелагических рыб и кальмаров. Знание его количественных характеристик позволяет судить об условиях питания в районах нагула и воспроизводства рыб. Сведения о составе планктона, его пространственном и вертикальном распределении представляют собой ту необходимую научно-теоретическую основу, без которой невозможно разрешение вопросов, связанных, с одной стороны, с изучением экологии пелагических планктоноядных рыб (питания, миграций, динамики численности), а с другой - вопросов, связанных с функционированием сообществ и экосистем. Таким образом, изучение планктона имеет существенное значение для рыбохозяйственных исследований и познания природы моря в целом.

Цели и задачи исследования. Целью работы является выявление закономерностей сезонной и межгодовой динамики в составе, структуре и количественном распределении планктона северо-западной части Японского моря. Для этого ставились следующие задачи:

- определить качественный состав и количество планктона в районах с различными гидрологическими условиями;
- выявить сезонные изменения в структуре планктонных сообществ;
- определить особенности вертикального распределения в районах с различной гидрологической структуры;
- описать характер суточных вертикальных миграций доминирующих видов и групп планктона;
- выявить межгодовые изменения в составе (в том числе в трофической структуре) и количестве планктона;
- оценить состояние кормовой базы nekтона

Научная новизна. В результате обработки проб зоопланктона с использованием новой методики учета планктона (с применением попра-



вочных коэффициентов на уловистость сетей), было выявлено, что основные запасы планктона сосредоточены не только в верхнем 100-метровом слое, как это считалось ранее, но и в мезопелагиали. Слой 200-500 м, населенный крупными планктерами, активно избегающими орудий лова, во всех исследованных гидрологических районах также характеризуется высокими концентрациями зоопланктона, особенно зимой и осенью. Кроме того, показано, что в эпипелагиали максимальные концентрации зоопланктона наблюдаются не только весной, но и летом, причем весной - в верхней эпипелагиали, а летом - во всей эпипелагиали. За последние 10 лет выявлены существенные изменения в соотношении доминирующих групп планктона в эпипелагиали. Показано, что на фоне постепенного увеличения общей биомассы увеличивается и доля хищного планктона, в частности щетинкочелюстных - с 6-12% до 20-30%. Выявлены существенные изменения в концентрациях и структуре зоопланктона в периоды смены массовых видов нектона в эпипелагиали.

Практическая ценность. В результате исследований получены сведения о сезонной и межгодовой динамике планктона в северо-западной части Японского моря, что позволяет судить о кормовой базе рыб и ее динамике. Результаты данной работы используются и будут использоваться в дальнейшем в расчетах продукции средних трофических уровней, а также при изучении экологии рыб и кальмаров, обитающих в Японском море.

Апробация работы. Отдельные главы работы докладывались на международных конференциях PICES в 1995 и 1999 гг (Владивосток), на шести отчетных сессиях ТИНРО, на экологических семинарах ТИНРО и ИБМ ДВО РАН (1995, 1996 и 1999 гг).

Публикации. По теме диссертационной работы написано 14 работ (5 тезисов и 9 статей), 13 из них опубликованы и 1 находится в печати.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения, выводов, приложения и списка литературы. Объем работы - 160 страниц, включая 33 рисунка и 45 таблиц. Список цитируемой литературы

состоит из 360 работ, из них 67 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Материал и методика

Материалом для настоящей работы послужили сборы планктона сетью Джеди в северо-западной части Японского моря, преимущественно в верхнем 200-м слое, проведенные в экспедициях ТИНРО в различные сезоны с 1985 по 1998 гг. На видовой состав исследовано более 1500 проб планктона, из них: 1351 пробы из эпипелагиали, 255 - по стандартным горизонтам от поверхности до глубины 500 или 1000 метров (или до дна - в шельфовой зоне) и 17 проб в слое 0-500 м (последние - сетью Норпак). Обработка планктона проводилась преимущественно фракционным методом в соответствии с "Рекомендациями..." (1984) и состояла из следующих этапов: 1. Разделение планктона на три размерные группы (фракции) при помощи трех сит с различной ячейкой: мелкую (МФ) - планктеры длиной до 1.2 мм, среднюю (СФ) - 1.2-3.3 мм и крупную (КФ) - более 3.3 мм). 2. Определение биомассы каждой фракции в волюменометре Яшнова. 3. Биомассу фитопланктона, входящего в состав мелкой фракции, определяли как разницу между объемом всей пробы и объемом зоопланктона. Фитопланктон определяли только до рода. 4. Определение биомассы каждого вида в мелкой и средней фракциях осуществляли, в основном, визуально - в процентах от общей биомассы. В крупной фракции биомассу определяли путем подсчета численности животных с указанием их размеров (мм) и стадии зрелости, умноженной на их стандартные веса (по таблицам Лубны-Герцык, по номограммам Численко и путем непосредственного взвешивания отдельных видов, в основном, крупных амфипод и птеропод). 5. При подсчете общей биомассы вводились поправочные коэффициенты на уловистость сети Джеди (Волков и др., 1986; Волков, 1996). Для малоподвижных форм (кишечнополостных, личинок бентосных животных, птеропод, остракод) коэффициент принимался равным 1; для мелких копепод

- 1.5 (МФ) или 2 (СФ). Для крупной фракции использовались поправочные коэффициенты тем выше, чем животное крупнее и подвижнее: для копепод - 2, гиперид до 5 мм - 1.5, 5-10 мм - 3, крупнее 10 мм - 5; эвфаузиид и щетинкочелюстных размером до 10 мм - 3, 10-20 мм - 5, крупнее 20 мм - 10. Математическая обработка первичных данных производилась с помощью пакета программ ТИНРО-центра "Plankton". Данная методика апробирована ранее на многих работах в ТИНРО (Волков, 1996; Горбатенко, 1997; Шунтов и др., 1993, 1997; Шунтов, 1998).

При наличии достаточно большого количества планктонных проб и примерно равного соотношения их сборов в ночное и дневное время, пространственное распределение общей биомассы планктона в эпипелагиали представлено по среднесуточным значениям. При анализе вертикального распределения планктона и выявления суточных миграций у различных видов в различные сезоны и в различных районах, ночные и дневные пробы рассматривали отдельно. Относительная активность мигрантов оценивалась с помощью суточного миграционного коэффициента (СМК), равного соотношению биомасс вида в ночные и дневные часы.

Исследования по вертикальному распределению планктона проводились в водах с различной гидрологической структурой на стандартных горизонтах до глубины 1000 м. Основной материал по вертикальному распределению планктона собран в зимне-весенний период 1991 г.

На исследованной акватории по характеристике водных масс, определенных методом TS-анализа (Мамаев, 1987), выделены 6 гидрологических районов: Татарский пролив, шельфовая зона Приморья, зона Приморского течения, воды субарктической структуры (СА-воды), межфронтальная зона и воды субтропической структуры (СТ-воды). Границы водных масс определялись, по возможности, для каждой конкретной съемки. В иных случаях использовали среднесезонные границы (северную и южную) положения полярного фронта (Зуенко, 1998).

Анализ питания nektona проводился преимущественно по литератур-

ным данным. Кроме того, исследовалось питание молоди сайры и тихоокеанского кальмара (2400 желудков), собранных и обработанных автором в 1997-1998 гг. Обработка проводилась в соответствии с "Методическим пособием..." (1974).

Глава 2. Литературный обзор

Анализ литературных данных с 1930-х годов показал, что максимальное развитие планктона в эпипелагиали наблюдается весной (Бродский, 1941 а; Мещерякова, 1960; Кун, 1975; Микулич, 1977; Nakashima et al., 1992; Кузморская, 1949; Лапшина и др., 1990; Федотова, 1982; Маркина, Чернявский, 1985). Общая биомасса планктона в северной части моря (севернее 40° с.ш.) в 1.5-2 раза больше, чем в южной (Magumo et al., 1972; Morigoka, 1985; Маркина, Чернявский, 1985; Hirakawa et al., 1995; Лапшина и др., 1990). В районах различной гидрологической структуры сроки наступления и смены биологических сезонов в планктоне неодинаковы (Бродский, 1941 а; Мещерякова, 1960; Кун, 1975; Микулич, 1977; Nakashima et al., 1992; Кузморская, 1949; Лапшина и др., 1988, 1990; Федотова, 1982; Маркина, Чернявский, 1985). К настоящему времени слабоизученными оставались:

- качественный состав и количество планктона в различных гидрологических районах по сезонам;
- вертикальное распределение в водах с различной гидрологической структурой по сезонам;
- межгодовые изменения в составе и количестве планктона.

Глава 3. Физико-географическая характеристика Японского моря.

По литературным данным в главе описаны географические и гидрологические особенности Японского моря, в том числе новые данные о структуре водных масс и механизмах переноса теплых вод Цусимского течения к берегам Приморья.

Глава 4. Состав планктона, его трофическая структура и количество

Глава подразделяется на две части, посвященные фитопланктону и зоопланктону. В первой, на основе литературных данных, указывается количество видов, доминирующие группы и кратко рассматривается сезонная изменчивость в составе и количестве микроводорослей. Во второй части приводится видовой и размерный состав зоопланктона и, по литературным данным, его экологические и трофические характеристики.

Показано, что во все сезоны основу биомассы планктона в исследованной части моря составляют 10 видов - 77.3% от общей биомассы (от 76% весной до 84% летом). Первое место по биомассе принадлежит щетинкочелостным (*Sagitta elegans* s.l.). Значение остальных видов изменяется по сезонам, причем неодинаково в различных районах, о чем подробно изложено в Главе 5.

Видовые названия копепоид приводятся в соответствии с новейшим определителем планктона (1997). В связи с недавней ревизией видов и разделением таксономически близких видов на самостоятельные, у некоторых доминирующих видов копепоид сохранены старые названия: например, *Neocalanus plumchrus* (ныне *N.plumchrus* и *N.flemingeri*) (Miller, 1988); *Pseudocalanus minutus* (ныне *Ps.minutus* и *Ps.newmani*) (Frost, 1989).

По размерной структуре зоопланктон подразделяется на три фракции: мелкую, среднюю и крупную. Планктон мелкой и средней фракций, наряду с бактериями и простейшими, формирует кормовую базу хищного планктона. Кроме того, мелкий планктон является основной пищей личинок рыб. Основу биомассы мелкой фракции слагают *Oithona similis* и *Pseudocalanus minutus*, в меньшей степени – *Oncaea borealis* и *Scollecithricella minor*, а также яйца, науплии и личинки различных планктонных животных. Из представителей мелкой фракции к хищному планктону относятся лишь циклопоиды - ойтоны и онцеи. К средней фракции относятся большинство видов копепоид и молодь других групп планктона. Почти все они относятся к

мирному планктону. Крупную фракцию составляют, в основном, 4 группы макропланктона: копеподы, гиперииды, эвфаузииды и щетинкочелостные. Последние относятся к настоящим хищникам, наряду с гипериидами, кишечнополостными и личинками полихет.

Наибольшее число видов зоопланктона (45%) в Японском море относится к фильтраторам-эврифагам, 26% видов относится к хищникам-эврифагам, 12% - к эврифагам со смешанным типом питания и к истинным хищникам – лишь 17%. Соотношение численности и биомассы видов с различным типом питания имеет значительную сезонную изменчивость.

Для формирования продукции планктонного сообщества большое значение имеют не только величина биомассы мирного и хищного планктона, но и их соотношение. От весны к осени в эпипелагиали Японского моря повсеместно наблюдается постепенное снижение доли мирного, и увеличение доли хищного планктона. Причем доля последнего осенью в Японском море выше, чем в Охотском, а летом – выше, чем в Беринговом и Охотском морях (табл.1).

Таблица 1

Доля хищного планктона (% по биомассе) в различных регионах дальневосточного бассейна (Шунтов и др., 1993 с дополнениями

Н.Т. Долгановой по Японскому морю)

Сезон	Берингово море	Охотское море	Прикурильские воды	Океанские воды Камчатки	Японское море
Лето	30	19	48	53	36
Осень	50	34	51	56	47

Глава 5. Сезонная и межгодовая изменчивость планктона

В первом подразделе главы по литературным данным описаны сезонная и межгодовая изменчивость в составе фитопланктона, указывается на количество максимумов (от 2 до 4-5) в различных районах моря. Однако

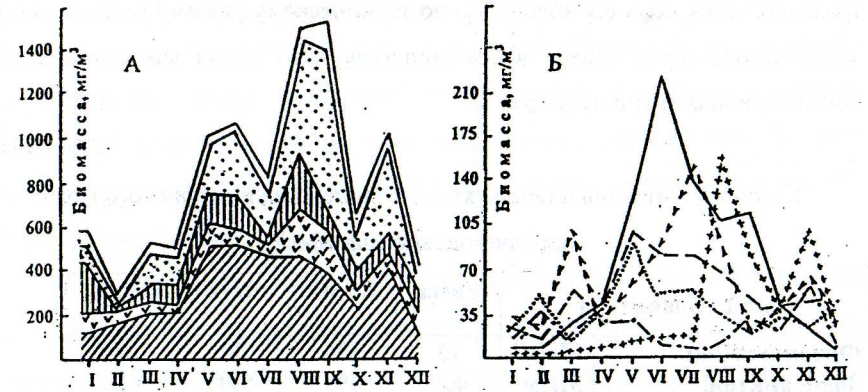
отмечено, что во все сезоны преобладают виды с межзональными ареалами - космополиты, тропическо-бореальные и тропическо-арктобореальные (Селина, 1998).

Во втором подразделе описано пространственное распределение биомассы зоопланктона в эпипелагиали, его сезонная и межгодовая динамика.

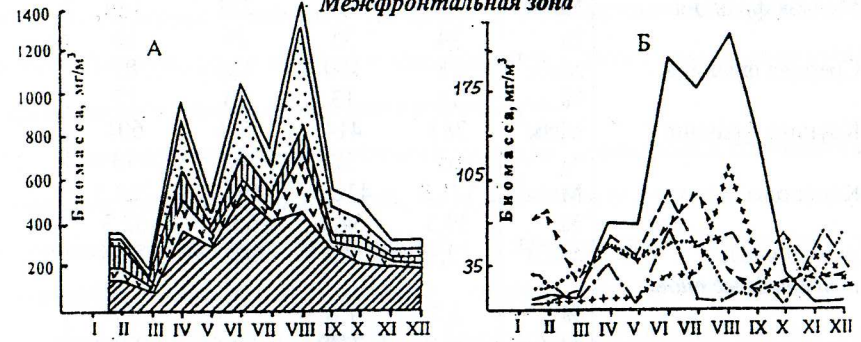
ЗИМОЙ на большей части моря наблюдается годовой минимум планктона. Наибольшие концентрации зоопланктона находятся в шельфовой зоне Приморья - в 1.5-1.8 раз больше, чем в районах открытых вод; доминируют здесь мизиды. Во всех других районах копеподы превосходят по биомассе остальные группы планктона, составляя 38-50%. Показано, что нерест *N. cristatus* в СТ-водах происходит на месяц раньше, чем в других районах. Наиболее подвержены влиянию теплого течения зона смешения и южная часть района исследований: доля субтропических и тропических видов здесь в 4 раза выше, чем в водах субарктической структуры. Молодь гиперид (*T. japonica*) выносится в район фронтальной зоны из мест размножения (юго-восточная часть моря) компенсационным течением, проходящим на глубине 100 м (Nishimura, 1969). Хотя Нишимура (Nishimura, 1969) предполагает для эвфаузиид тот же механизм выноса в центральную часть моря, наши данные свидетельствуют о том, что основная масса эвфазиевых рачков зимой находится в мезо- и батипелагиали и практически не захватывается подповерхностным течением.

ВЕСНОЙ общая биомасса зоопланктона повсеместно увеличивается за счет подъема зимующих популяций из мезопелагиали, размножения, увеличения численности и соматического роста всех групп планктона (рис. 1, табл. 2). За счет молодежи значительно возрастает роль мелкой фракции зоопланктона, составляющей треть всей биомассы. Как по численности, так и по биомассе лидируют копеподы. Во всех районах отмечается постепенное увеличение числа видов и количество тепловодных копепод, что связано с постепенным усилением притока теплых вод в северном направлении. В цен-

Воды субарктической структуры



Межфронтальная зона



Воды субтропической структуры

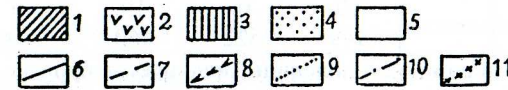
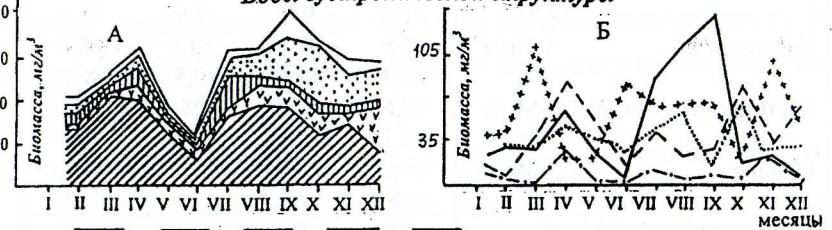


Рис. 1 Сезонная динамика биомассы зоопланктона (mg/m^3) в открытых водах Японского моря:

- А- биомасса основных групп планктона;
- Б- биомасса доминирующих видов копепод;
- 1- копеподы, 2- гипериды, 3- эвфаузииды, 4- сагитты,
- 5- прочие, 6- *Neocalanus plumchrus* s.l., 7- *Neocalanus cristatus*, 8- *Metridia pacifica*, 9- *Oithona similis*,
- 10- *Pseudocalanus minutus* s.l.,
- 11- тепловодные виды копепод

тральной части моря в «холодные» по термическому режиму годы биомасса зоопланктона вдвое выше, чем в «теплые», в то время как соотношение доминирующих групп не меняется.

Таблица 2

Сезонная изменчивость планктона в эпипелагиали Японского моря
(среднегодовые значения)

Состав планктона		Зима	Весна	Лето	Осень
Фитопланктон	Мг/м ³	15	136	26	1
Зоопланктон:	Мг/м ³	436	793	891	818
Мелкая фракция	Мг/м ³	105	279	231	130
	%	24	35	26	16
Средняя фракция	Мг/м ³	48	100	125	87
	%	11	13	14	11
Крупная фракция	Мг/м ³	283	414	535	601
	%	65	52	60	73
Копеподы	Мг/м ³	171,8	432,5	494,7	264,5
	%	39,3	54,5	55,5	32,3
(в том числе тепловодные виды)	Мг/м ³	11,6	9,0	30,4	57,6
	%	2,7	1,8	3,4	7,0
Гиперииды	Мг/м ³	50,8	77,5	70,5	100,2
	%	11,6	9,8	7,9	12,2
Эвфаузииды	Мг/м ³	96,8	92,2	84,7	68,8
	%	22,2	11,6	9,5	8,4
Щетинкочелюстные	Мг/м ³	87,6	166,0	208,7	274,2
	%	20,1	20,9	23,4	33,5
Прочие	Мг/м ³	29,0	24,8	32,4	110,3
	%	6,8	3,2	3,7	13,6
Количество съемок		10	16	19	10
Количество станций		149	522	460	214

ЛЕТОМ, особенно со второй половины, начинается процесс опускания многих массовых видов на глубину. В относительно холодных водах СА-структуры биомасса планктона в июне-июле в 1.5-2 раза выше, чем в теплых межфронтальных и СТ-водах. В августе общая биомасса планктона во всех районах глубоководной зоны выравнивается, составляя около 1000 мг/м³. К концу лета повсеместно увеличивается доля крупных планктеров. Структура планктонного сообщества в центральной части моря имеет существенные

межгодовые различия: общая биомасса зоопланктона варьирует от 520 до 1100 мг/м³, соотношение мелкого и крупного планктона и значимость доминирующих видов указывают на различия сезонного состояния сообщества в зависимости от типа термического режима вод. Во всех районах среди копепод доминируют 4 массовых вида, составляя в сумме 66-88% от общей биомассы копепод.

ОСЕНЬЮ биомасса планктона в эпипелагиали повсеместно снижается и, в отличие от всех других сезонов, суммарное количество хищного планктона – в основном щетинкочелюстных и гиперидов – возрастает до 40-60%. Максимальные значения биомассы в эпипелагиали наблюдаются в водах СА-структуры, а в более южных районах основная масса планктона перемещается в нижние слои в более ранние сроки.

Причиной различного состояния (структуры) планктонных сообществ в различных районах Японского моря, по всей видимости, является сезонная и межгодовая изменчивость распределения и влияния струй Приморского и Цусимского течений. В различных гидрологических районах сроки биологических сезонов не совпадают. Закономерное изменение биомассы и соотношения доминирующих форм планктона на исследованной акватории происходит последовательно в направлении с юго-запада на северо-восток (табл. 3).

Биологические процессы в открытых районах отличаются большей, чем в прибрежье, инерционностью. В результате пик численности и биомассы зоопланктона сдвигается на весенне-летний период, в то время как в прибрежье он наблюдается весной.

В шельфовой зоне максимальная биомасса планктона отмечается летом (1000 мг/м³), а минимальная – зимой (560 мг/м³). В глубоководном районе во все сезоны максимальная биомасса зоопланктона отмечается в холодных водах СА-структуры (от 470 мг/м³ зимой до 1000 мг/м³ – в другие сезоны), а минимальная – в теплых водах СТ-структуры (от 400 мг/м³ зимой до 600 мг/м³ весной).

Таблица 3

Сроки биологических сезонов в районах с различной гидрологической структуры

Район	Зима	Весна	Лето	Осень
Татарский пролив	XII-нач. III	Сер. III-VI	VII-VIII	IX-XI
Прибрежная зона Приморья	XII-II	III-нач. V	Сер. V-VIII	IX-XI
Зона Приморского течения	XII-III	IV-V	VI-VIII	IX-XI
Воды СА-структуры	XII-нач. III	Сер. III-V	VI-VIII	IX-XI
Межфронтальная зона	XII-I	II-IV	V-VII	VIII-X
Воды СТ-структуры	XI-I	II-IV	V-VII	VIII-X

Глава 6. Вертикальное распределение планктона

Сезонные вертикальные миграции планктона имеют существенное значение для переноса органического вещества из нижних слоев воды в верхние и обратно, и амплитуда их миграций отчасти определяет общую продуктивность моря. В Японском море при отсутствии настоящей абиссальной фауны, миграции планктона охватывает всю толщу вод (Бродский, 1954; Виноградов, 1959, 1968). Вертикальное распределение планктона в районах с различной гидрологической структурой имеет свои особенности: различную амплитуду суточных миграций и величину СМК.

ЗИМОЙ значительная часть планктона находится на глубине ниже 1000 метров, а остальные совершают интенсивные суточные миграции большой амплитуды. Зонами максимальных концентраций планктона являются верхний 100-метровый слой (300-500 мг/м³) – преимущественно за счет мелкого, слабо мигрирующего планктона, и слой 200-500 м (250-400 мг/м³) – основу которого составляют животные крупной фракции (табл.4). С глубиной доля крупных планктеров увеличивается, превышая в мезопелагиали 90%.

ВЕСНОЙ зимующие в придонных слоях планктеры поднимаются в верхний 500-метровый слой, изменяется характер суточных вертикальных миграций многих доминирующих видов: *Th. longipes*, *T. japonica*, *N. cristatus*. За счет подъема из глубин, размножения и соматического роста планктеров значительно возрастает биомасса зоопланктона в верхнем 100-метровом слое

Таблица 4

Биомасса доминирующих групп зоопланктона (мг/м³) на различных горизонтах зимой в светлое (Д) и темное (Н) время суток

Группы зоопланктона	0-100 м		100-200 м		200-500 м		500-1000 м	
	Д	Н	Д	Н	Д	Н	Д	Н
Воды СА - структуры								
Копеподы	162	175	73	125	100	87	40	40
Гипериды	15	45	20	88	75	35	42	47
Эвфаузииды	-	100	-	150	80	55	5	20
Щетинкочлост.	90	88	85	50	190	163	11	100
Прочие	8	367	47	77	30	60	2	93
Общая	275	775	225	490	475	400	100	300
Воды СТ - структуры								
Копеподы	150	200	20	30	35	55	Нет данных	
Гипериды	2	175	1	3	3	2		
Эвфаузииды	25	62	2	52	180	63		
Щетинкочлост.	3	73	1	43	90	30		
Прочие	20	15	6	10	5	25		
Общая	200	525	30	138	313	175		
Татарский пролив								
Копеподы	325	188	40	105	55	55		35
Гипериды	50	3	2	2	163	133	Нет	55
Эвфаузииды	-	125	50	1118	55	127	Данных	5
Щетинкочлост.	120	50	478	455	120	462		515
Прочие	17	22	30	20	57	48		40
Общая	512	388	600	1700	450	825		650

(табл.5), а также во всем 500-метровом слое: в водах СА-структуры - в 1.5 раза, в водах СТ-структуры - в 3.6 раза.

Таблица 5

Биомасса доминирующих групп зоопланктона (мг/м³) на различных горизонтах весной в светлое (Д) и темное (Н) время суток

Группы зоопланктона	0-100 м		100-200 м		200-500 м		500-1000 м	
	Д	Н	Д	Н	Д	Н	Д	Н
Воды СА - структуры								
Копеподы	450	1002	25	200	35	73	20	2
Гипериды	3	300	35	2	55	65	3	1
Эвфаузииды	2	288	75	120	52	60	4	56
Щетинкочлост.	275	175	170	15	148	337	38	1
Прочие	58	60	20	98	30	40	10	5
Общая	788	1825	325	437	320	575	75	65
Воды СТ - структуры								
Копеподы	388	2767	115	225	110	115	Нет данных	
Гипериды	-	195	125	12	57	170		
Эвфаузииды	42	188	180	280	100	2		
Щетинкочлост.	115	290	-	115	26	228		
Прочие	80	10	68	68	20	35		
Общая	625	3450	488	700	313	550		

Максимальные концентрации планктона весной отмечены в слое 0-100 м (1000-2000 мг/м³). Наибольшая интенсивность суточных вертикальных

миграций практически всех видов и групп зоопланктона отмечена в верхнем 100-метровом слое: общая биомасса планктона в ночные часы в 3-5 раз больше, чем в дневные. В слое 0-200 м СМК планктеров как зимой, так и весной в среднем составляет 2.5. Во всех слоях доминируют 2-3 таксономические группы зоопланктона, составляя около 80% по биомассе.

Амплитуда суточных вертикальных миграций у большинства видов копепод зимой и осенью имеет минимальные значения, а весной и летом – максимальные. У эвфаузиид и гипериид – наоборот: в холодное время года амплитуда миграций максимальная, а в теплое – минимальная.

Основные скопления зоопланктона зимой сосредоточены в мезопелагиали и ниже 500 м, весной - в верхней эпипелагиали, летом - во всей эпипелагиали, а осенью зоопланктон вновь концентрируется в мезопелагиали.

Глава 7. Питание nekтона

Планктон является основой кормовой базы значительной части nekтона, в том числе молоди большинства промысловых пелагических рыб и кальмаров. Интенсивное потребление планктона происходит не только в верхних слоях воды, как это считалось ранее (Кусморская, 1948; Кун, 1975), но и в мезо- и даже батипелагиали (Шунтов и др., 1993). Многими авторами отмечается положительная корреляция между распределением нагуливающих пелагических рыб и количеством планктона в море (Мантейфель, 1941; Павштик, 1956; Павштик, Рудакова, 1962 и др.). По литературным данным приводятся сведения по питанию сардины (*Sardinops sagax melanosticta*), скумбрии (*Scomber japonicus*), сельди (*Clupea pallasi*), сайры (*Cololabis saira*), анчоуса (*Engraulis japonicus*), горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum)), кеты (*Oncorhynchus keta*), мавроликуса (*Maurolicus muelleri*), минтая (*Theragra chalcogramma*), красного окуня (*Sebastes owstoni*), тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*) и кальмара-светлячка (*Watasenia scintillans*).

На основании анализа литературных и собственных данных, делается вывод о том, что в питании планктоноядных рыб и кальмаров Японского моря не наблюдается ярко выраженной избирательности; nekтонные пелагические животные потребляют тот корм, который имеется в районах их обитания. После нереста интенсивность питания многих рыб максимальная, и количество планктона в районах их откорма, в результате выедания, заметно снижается. Продолжительность нагульного периода зависит как от сроков развития планктона, так и от достижения рыбой определенной степени жирности, после которой интенсивность питания, как правило, снижается. Период максимальных концентраций зоопланктона в различных районах моря представлен в табл. 6. В более продуктивных районах жировой запас у рыб накапливается быстрее.

Таблица 6

Период максимальных концентраций кормового зоопланктона в эпипелагиали в различных районах Японского моря

	Копеподы	Гиперииды	Эвфаузииды
Татарский пр-в	Лето (418 мг/м ³)	Весна (70 мг/м ³)	Май (150 мг/м ³)
Шельф Приморья	Май (800 мг/м ³)	Июнь (113 мг/м ³)	Апрель (200 мг/м ³)
Воды СА-структуры	Май, август (500 г/м ³)	Август-сентябрь (350 г/м ³)	Июнь-август (250 г/м ³)
Межфронт. зона	Июль (500 г/м ³)	Август (670 г/м ³)	Июнь-август (350 г/м ³)
Воды СТ-структуры	Весь год (240 г/м ³)	Апрель (106 г/м ³)	Июль (400 г/м ³)

Межгодовые изменения в количестве и структуре планктона являются частью экосистемных перестроек в эпипелагиали. В “послесардиновую эпоху”, с исчезновением мощного потребителя фитофагов - сардины, начала возрастать доля хищного планктона – щетинкочелюстных (рис.2). Несмотря на высокую численность в последние годы, тихоокеанский кальмар не заменил сардину в трофической пирамиде: планктонных ракообразных за летний период он потребляет в 17.5 раз меньше, чем сардина в годы ее высокой численности.

Заключение

В заключении кратко представлены содержание и основные результаты

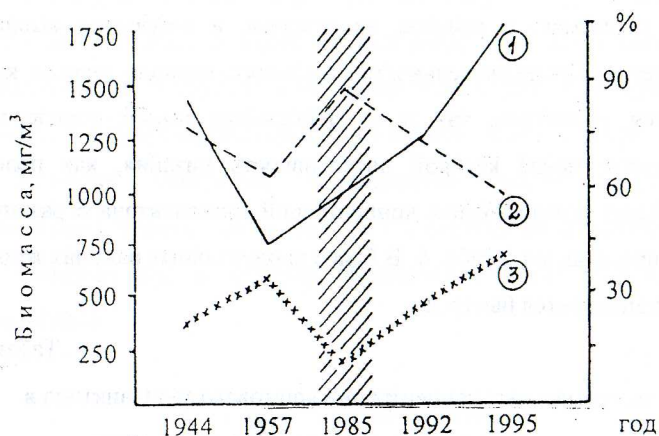


Рис.7.1 Изменение биомассы зоопланктона и его трофической структуры в Японском море в слое 100-0 м в летний период

- 1- Общая биомасса зоопланктона (мг/м³)
- 2- Доля мирного планктона (%)
- 3- Доля хищного планктона (%)

исследований по каждой главе. В результате комплексных исследований лабораторий прикладной биоценологии и планктона дальневосточных морей ТИПРО-центра в 80-90-е годы были выявлены экосистемные перестройки в биоте дальневосточных морей с начала текущего десятилетия, описанные в работах В.П. Шунтова с соавторами (1993, 1996, 1997). В первую очередь эти перестройки коснулись более динамичных пелагических сообществ. За последние 10 лет выявлены существенные изменения в соотношении доминирующих групп планктона в эпипелагиали: на фоне постепенного увеличения общей биомассы увеличивается и доля хищного планктона.

Выводы

1. Японское море характеризуется большим видовым разнообразием планктона по сравнению с другими дальневосточными морями. В составе фитопланктона насчитывается не менее 309 видов, в составе зоопланктона – не менее 100 видов, относящихся к различным таксономическим группам. На исследованной акватории моря количество видов копепод субтропического и тропического комплексов в 5 раз больше, чем в Охотском и в 10 раз больше, чем в Беринговом морях. Основу зоопланктонного сообщества (около 85% по биомассе) в каждом из районов моря составляют 10 видов. Наибольшее видовое разнообразие планктона в Японском море наблюдается в летне-осенний период, когда усиливается приток теплых субтропических вод.

2. Максимальное количество зоопланктона в эпипелагиали Японского моря бывает в весенний и летний периоды: в российских водах исследованной акватории его запас составляет около 80 млн. тонн. Общий запас планктона в Японском море почти вдвое меньше, чем в Охотском.

3. Развитие планктона в российских водах Японского моря в весенне-летний период происходит поступательно, в направлении с юго-запада на северо-восток. В шельфовой зоне максимальная биомасса планктона отмечается летом (1000 мг/м³), а минимальная – зимой (560 мг/м³). В глубоководных районах во все сезоны максимальная биомасса зоопланктона отмечается в холодных водах СА-структуры (от 470 мг/м³ зимой до 1000

мг/м³ – в другие сезоны), а минимальная – в теплых водах СТ-структуры (от 400 мг/м³ зимой до 600 мг/м³ весной).

4. Сезонная и межгодовая изменчивость в структуре планктонных сообществ эпипелагиали в различных районах зависит от распределения и изменчивости потоков Приморского и Цусимского течений в сезонном и межгодовом аспектах. Зимой максимальная биомасса зоопланктона наблюдается в шельфовой зоне Приморья, весной – в зоне Приморского течения, летом – в зоне фронта и в водах СА-структуры, осенью биомасса планктона повсеместно выравнивается.

5. Во все сезоны, кроме зимы, зоопланктон характеризуется максимальными концентрациями в эпипелагиали: весной и ранним летом – в верхней эпипелагиали (слой 0-100 м), поздним летом и осенью – в нижней эпипелагиали. Зимой повышенные значения биомассы зоопланктона в верхнем 100-метровом слое отмечаются только в темное время суток во время суточных вертикальных миграций. В мезопелагиали зимой и осенью отмечены стабильные скопления крупных планктонных животных в течение суток. Минимальные значения биомассы зимой и осенью отмечаются в нижней эпипелагиали, весной и летом – в слое ниже 500 метров.

6. В холодные по термическому режиму годы, за счет увеличения численности холодноводных видов копепод и эвфазиевых рачков, общая биомасса зоопланктона в открытых водах моря весной возрастает в 2.6 раза. В теплый тип лет в 2.4 раза возрастает биомасса широкобореального вида *E. pacifica*. Таким образом, отклонение условий среды от средней нормы оказывает влияние на воспроизводство планктонных ракообразных в соответствии с их экологией.

7. При отсутствии настоящей глубоководной фауны в Японском море, миграции планктона охватывает всю толщу вод. Зимой значительная часть планктона находится на глубине ниже 1000 метров, а остальные совершают интенсивные суточные миграции большой амплитуды. Весной перезимовавшие в придонных слоях планктеры поднимаются в верхний 500-

метровый слой, изменяется характер суточных вертикальных миграций доминирующих видов. Со второй половины лета в глубоководной части моря начинается процесс опускания массовых видов на глубину. В холодное время года (зимой и осенью) максимальная амплитуда суточных миграций наблюдается у эвфаузиид и гипериид, а минимальная – у копепод. В теплое время года (весной и летом) у копепод наблюдается максимальная амплитуда миграций, а у других групп планктона амплитуда суточных миграций снижается.

8. Интенсивное потребление планктона нектоном происходит как в эпи-, так и в мезопелагиали. Для некоторых рыб, например, сайры, лимитирующим условием откорма является толщина верхнего квазиоднородного слоя, для других – наличие пищевых конкурентов. Продолжительность нагульного периода зависит как от сроков развития планктона, так и от достижения рыбой определенной степени жирности, после которой интенсивность питания, как правило, снижается. В более продуктивных районах жировой запас у рыб накапливается быстрее.

9. Суммарные ресурсы планктона в водах шельфа и свала глубин ниже, однако, кормовые условия для пелагических рыб в этой части моря могут быть более благоприятными, чем в открытых водах, что связано с более сложной динамикой вод и накоплением планктона на вторичных фронтах и в участках завихрений потоков вод.

10. Межгодовые изменения в количестве и структуре планктона являются частью экосистемных перестроек в эпипелагиали. С исчезновением из ихтиоценоза мощного потребителя фитофагов – сардины, возросла доля хищного планктона – щетинкочелюстных – с 6-12% до 20-30%. Тихоокеанский кальмар, несмотря на высокую численность в последние годы, не заменил сардину в трофической пирамиде: планктонных ракообразных за летний период он потребляет в 17.5 раз меньше, чем сардина в годы ее высокой численности.

Список научных трудов по теме диссертации

1. Долганова Н.Т. Питание сеголеток минтая в Охотском море осенью // Тресковые дальневосточных морей.- Владивосток. ТИНРО, 1986.- С.69-78.
2. Горбатенко К.М., Долганова Н.Т. Питание половозрелого минтая и использование им кормовой базы в Охотском море осенью //Вопр.ихтиол., 1989.-Т. 29, вып. 2.- С. 249-256.
3. Долганова Н.Т. Особенности распределения планктона в Японском море/ Экосистемы морей России /вкл.пром./: Тез.Всерос.конф.- Астрахань: КаспНИРХ, 1994.- С.30-31.
4. Долганова Н.Т. Весеннее распределение планктона в западной части Японского моря// Биол. моря. 1996. - Т. 22, № 3.- С. 148-156.
5. Dolganova N.T. Vernal net mesoplankton in the western Japan Sea // PICES Workshop: Abstr. June 19-24, 1995.- Vladivostok, Russia.- P.49.
6. Dolganova N.T. Vertical distribution of mesoplankton in the Japan Sea// PICES Workshop: Abstr., Forth Annual Meeting. Qindao, Peoples Republic of China, 1995.- P. 13-14.
7. Dolganova N.T. Mesoplankton distribution in the West Japan Sea // Abstr. PICES Scientific Report № 6. Proceeding of the workshop on the Okhotsk Sea and adjacent areas.- Sidney, 1996.- P.318-324.
8. Долганова Н.Т., Борисов Б.М. Вертикальное распределение планктона в Японском море весной // Изв.ТИНРО.- 1997.- Т. 122.- С. 276-286.
9. Долганова Н.Т. Вертикальное распределение планктона в Японском море в зимне-весенний период // Изв.ТИНРО.- 1998.- Т. 123.- С.122-149.
10. Dolganova N.T., Hirakawa K., Takahashi T. Seasonal Variability of the Copepod assemblage and its relationship with oceanographic structure at Yamato-Tai, central Japan Sea // Bull.Japan Sea Natl.Res.Inst., 1999.- № 49.-

P. 13-35.

11. Долганова Н.Т., Мокрин Н.М. Питание кальмара (*Todarodes pacificus*) в Японском море в летний период // Зоол.ж-л, 1999.- Т. 78.- С. 1048-1058.
12. Dolganova N.T., Hirakawa K. Seasonal variability of the Copepod assemblage and its relationship with oceanographic structure at Yamato Tai (Japan Sea) // Abstr. PICES, Eighth Annual Meeting.- Vladivostok, Russia. 1999.- P. 66.
13. Dolganova N.T., Mokrin N.M. Year-to-year variability of the japanese flying squid feeding in the Japan Sea (on materials 1997-1998) // Abstr. PICES, Eighth Annual Meeting.- Vladivostok, Russia, 1999.- P. 98.

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр
Владивосток, тупик Шевченко, 4

Подписано в печать 2.02.2000 г. Формат 60x90/16. Уч.-изд.л. 1.
Тираж 100. Заказ № 1