doi: dx.doi.org/10.24866/1560-8425/2020-24/82-95

Деструкция раковин двустворчатого моллюска *Glycymeris yessoensis* на одном из пляжей залива Посъета (Японское море)

К.А. Лутаенко

Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского
ДВО РАН, Владивосток 690041, Россия
e-mail: lutaenko@mail.ru

На пляже м. Шелеха (зал. Посъета) изучали распределение пустых раковин, створок и фрагментов двустворчатого моллюска *Glycymeris yessoensis* (Sowerby III, 1889). Всего было взято 13 проб с площади 1 м², плотность раковинного материала варьировала от 4 до 44 экз./м². Доля целых раковин от общего числа экземпляров на всем пляже невелика – 14%, т.к. раковины этого вида легко дис- артикулируются при высыхании лигамента. Однако удельный вес экземпляров (от общего числа обнаруженных во всех пробах раковин и створок) с механическими повреждениями (12%) и со следами сохранившегося периостракума (31%) указывает на незначительное или кратковременное вол- новое влияние факторов механической деструкции, что подтверждает также небольшой удельный вес фрагментов (от общего числа всех экземпляров) – 9%. Довольно высокая доля экземпляров со следами длительного пребывания в составе донных осадков (дисколорация и следы растворения/ биозерозии) (в среднем 29%, до 40–44% по пробам) свидетельствует о комплексном воздействии тафономических процессов на танатоценозы глицимериса в сублиторали и на пляже, расположен- ного в промежуточных по своим эколого-литологическим условиям районе – переходном от полуза- крытой бухты в открытую акваторию.

Ключевые слова: тафономия, деструкция раковин моллюсков, танатоценозы пляжа, Япон- ское море.

Shell destruction of the bivalve mollusk *Glycymeris yessoensis* on a beach in Possjet Bay (the Sea of Japan)

Konstantin A. Lutaenko

A. V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology,
Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok 690041, Russia
e-mail: lutaenko@mail.ru

The distribution of empty shells, valves, and fragments of the bivalve mollusk *Glycymeris yessoensis* (Sowerby III, 1889) was studied on the beach of Cape Shelekha (Possjet Bay). A total of 13 samples were taken, each from an area of 1 m², the density of shell material varied from 4 to 44 specimens/m². The pro- portion of complete shells of the total number of specimens on the whole beach is low, 14%, because shells of this species are easily disarticulated when the ligament dries. However, the proportions of specimens (of the total number of shells and valves found in all samples) with mechanical damage (12%) and with traces of the preserved periostracum (31%) indicate an insignificant or short-term wave effect of mechanical destruction factors, which is also confirmed by the low proportion of fragments (of the total number of all specimens) – 9%. A rather high proportion of specimens with traces of a long repose in the bottom sedi- ments (exemplified by discoloration and traces of dissolution/bioerosion) (on average 29%, up to 40–44% in samples) indicates a complex effect of taphonomic processes on the thanatocenosis of the *G. yessoensis* shells in the subtidal zone and on the beach. The studied area is intermediate in terms of ecological and lithological conditions and is transitional from a semi-closed bay to an open water area.

Key words: taphonomy, destruction of mollusk shells, beach thanatocenoses, Sea of Japan.

Тафономические и экологические наблюдения в пляжево-литоральных обстановках дают обширный материал для построения актуопалеонтологических моделей, которые могут быть использованы при палеоэкологических интерпретациях. Изучение процессов деструкции раковинного материала моллюсков позволяет оценить скорость, особенности, агентов деградации раковин танатоценозов и потенциальную сохраняемость их в тафоценозах и представляет одну из важнейших задач актуопалеонтологии малакофаун [Kidwell, Bosence, 1991; Parsons, Brett, 1991; Martin, 1999; Zuschin et al., 2003]. Различным аспектам деструкции раковин моллюсков в современных обстановках, начиная с классических трудов немецких авторов (синтез: Schäfer [1972]), посвящены сотни статей.

К. Парсонс и К. Бретт [Parsons, Brett, 1991] называют такие процессы разрушения скелетных остатков, как абразия (истирание, механическое разрушение), потеря сочлененности скелета (распад на части, в случае двустворчатых моллюсков – на створки), биоэрозия, растворение, округление краев (edge rounding), фрагментация. Э. Пауэлл с соавт. [Powell et al., 2008, 2011] различают следующие признаки деградации раковин моллюсков: целостность раковины (целые или фрагментированные), абразия, потеря периостракума, повреждения краев, дисколорация (потеря цвета), растворение. Эль Генди с соавт. [El Gendy et al., 2015] изучали дисартикуляцию, обрастание, биоэрозию, фрагментацию и абразию раковин на побережье Персидского залива. А. Фейге и Ф. Фюрзих [Feige, Fürsich, 1991] при изучении танатоценозов моллюсков Калифорнийского залива выделяли следующие тафономические параметры: потеря орнамента (скульптуры), потеря цвета, обрастание (encrustation), сверления организмов, фрагментация, степень артикуляции, неорганическое растворение, мацерация. Не все эти параметры и процессы могут быть дискриминированы при полевом изучении раковинного материала, а также частично перекрываются: например, биоэрозия часто сопровождается растворением раковины, потеря цвета тоже сопряжена с растворением и увеличением «меловости» раковин (chalkiness) и, видимо, с мацерацией (размягчением).

К. Бретт и Г. Бэйрд [Brett, Baird, 1986] ввели в тафономию термин «коррозия», под которым они понимали комбинацию механической абразии и биогеохимической коррозии. Предполагается, что этот термин стоит использовать в тех случаях, когда сложно или нет временной возможности разделить тафономические процессы и идентифицировать растворение и биоэрозию (вместе называемые «коррозией») и абразию; например, без электронно-микроскопического исследования часто невозможно дискриминировать растворение от обширных сверлений водорослями и грибами (algal/fungal borings) [Parsons, Brett, 1991; Cutler, Flessa, 1995]. Термины «абразия, фрагментация, коррозия, коррозия, мацерация, дисартикуляция» не приводятся в отечественных словарях по палеоэкологии и тафономии, хотя обсуждаются «деструкция» и «инкрустация» как отдельные термины и упоминаются биоэрозия и дезинтеграция (в статье по деструкции) [Янин, 2014]. Коррозию раковин обсуждал, например, Б.П. Марковский [1966].

Целью настоящей работы была оценка особенностей деструкции раковин двустворчатого моллюска *Glycymeris yessoensis* (Sowerby III, 1889) (сем. Glycymerididae) (рис. 1) на одном из пляжей зал. Посъета (Японское море), для чего были выбраны некоторые тафономические признаки из числа вышеперечисленных.

Ранее в этом районе зал. Петра Великого мы подробно изучили состав и особенности формирования танатоценозов в зависимости от состава живых сообществ прибрежной зоны и факторов, его определяющих [Лутаенко, 1990; Lutaenko, 1994].

Рис. 1. Раковина хоккайдского глицимериса *Glycymeris yessoensis* (Sowerby III, 1889) снаружи и изнутри. Японское море, зал. Посъета, береговые выбросы, длина раковины 38.5 мм, Зоомузей ДВФУ № 10034/Bv-493.

Fig. 1. Shell of the Hokkaido's bittersweet clam *Glycymeris yessoensis* (Sowerby III, 1889), inner and outer views. Sea of Japan, Possjet Bay, beach, shell length 38.5 mm, Zoological Museum of the FEFU no. 10034/Bv-493.

Материал и методы. Район работ

Материал был собран летом 1989 г. на небольшом пляже длиной около 80 м, расположенном на м. Шелеха (западный входной мыс б. Постовая) в зал. Посыета Японского моря. Раковины отбирались с 13 площадок с 1 м² вдоль береговой линии (рис. 2). Раковины были разноразмерными (максимально до 40–50 мм высотой). Подсчитывали 6 количественных характеристик: 1. количество целых (сдвоенных) раковин; 2. количество створок (отдельно подсчитывались правые (ПС) и левые створки (ЛС)); 3. количество фрагментов створок; 4. количество экземпляров (раковин и створок, без фрагментов) с механическими повреждениями; 5. количество экз. (раковин и створок, без фрагментов) со следами периостракума; 6. количество экз. (раковин и створок, без фрагментов) со следами длительного пребывания в донных осадках (следами растворения и потери цвета). В течение ряда лет в конце

Рис. 2. Карта зал. Посыета с указанием м. Шелеха и участка сбора материала с номерами проб (А).

Fig. 2. A map of Possjet Bay with indication of Cape Shelekha and the area studied with sample's numbers (A).

1980-х гг. на этом участке побережья мы также изучали видовой состав танатоце-
нозов моллюсков. Принятые здесь и далее сокращения: экз. – экземпляры, ств. –
створки, рак. – раковины.

Мыс Шелеха, представляющий собой южную оконечность п-ова Новгород-
ского, расположен в проливе, соединяющем открытую б. Рейд Паллада и полуза-
крытые б. Экспедиции и б. Новгородскую, напротив него, примерно на расстоя-
нии 1 км, расположен м. Назимова (южный входной мыс б. Экспедиции); иногда
этот район называют б. Посьетский рейд [Григорьева, 2012]. Сам м. Шелеха
обрывистый и скалистый, окаймлен осушкой с камнями, к югу и востоку от него
тянутся рифы [Лочия..., 1984], берег приглубый. Изученный участок ограничен
с обеих сторон клифами, пляж здесь состоит из неокатанных мелких камней
и плиток, частично окаймлен зарослями морских трав и водорослей, выбросы
которых могут периодически формироваться на пляже и литорали. Течение
в проливе интенсивное, максимальные пульсации скорости течений могут дости-
гать 1 м/с и более, осенью у м. Шелеха отмечено возникновение интенсивного
течения к северо-западу [Новожилов и др., 1991]. Бухта Экспедиции подвержена
сильному опреснению из-за многочисленных речек и ручьев, а также вследствие
интенсивного выпадения осадков летом [Григорьева, 2012], что оказывает значи-
тельное влияние на формирование донных сообществ и состав фауны моллюсков
[Разин, 1934; Лутаенко, 1990]. Гидродинамика в районе изученного участка боль-
шую часть времени относительно спокойная, прибойность средней степени, но
в сезоны штормов имеет место значительный волновой накат. В холодное время
года в зал. Посьета преобладает волнение северных и северо-восточных рум-
бов, в теплое – южных и юго-восточных, при волнении северного направления
разгоны волн ограничены, при южных – имеют значительную протяженность,
поэтому максимальные элементы ветровых волн в заливе наблюдаются, как пра-
вило, в теплое время года [Григорьева, 2012], определяя и сезонность береговых
выбросов раковин. Кроме того, зимой мелководные бухты полностью покрыва-
ются льдом, в других районах развивается припай [Григорьева, 2012] и поступле-
ние раковин на пляж прекращается.

Результаты и обсуждение

Всего на изученном пляже было обнаружено 22 вида двустворчатых мол-
люсков: *Modiolus kurilensis* Bernard, 1983, *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853),
Septifer keenae Nomura, 1936, *G. yessoensis*, *Anadara broughtonii* (Schrenck, 1867),
Arca boucardi Jousseaume, 1894, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), *Chlamys farreri*
(Jones et Preston, 1904), *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1857), *Entodesma navicula*
(Adams et Reeve, 1850), *Clinocardium californiense* (Deshayes, 1839), *Macoma incon-
grua* (Martens, 1865), *Macoma tokyoensis* Makiyama, 1927, *Macoma irus* (Hanley,
1844), *Gari kazusensis* (Yokoyama, 1922), *Callista brevisiphonata* (Carpenter, 1864),

Dosinia japonica (Reeve, 1850), *Saxidomus purpurata* (Sowerby II, 1852), *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve, 1850), *Protothaca jedoensis* (Lischke, 1874), *Potamocorbula amurensis* (Schrenck, 1861), *Mya japonica* Jay, 1857 [Лутаенко, 1990; Lutaenko, 1994]. Наиболее обычными видами на пляже были *C. grayanus*, *G. yessoensis* и *R. philippinarum*. Видовой состав танатоценозов имеет промежуточный характер между таковым открытых и полузакрытых бухт, включая как ряд типичных представителей волноприбойной зоны открытого побережья (*C. brevisiphonata*, *D. japonica*, *S. purpurata*, *G. kazusensis* и др.), так и защищенных, часто с пониженной соленостью бухт (*Ch. farreri*, *M. incongrua*, *M. tokyoensis*, *P. amurensis*). Это указывает на промежуточные условия обитания фауны моллюсков в проливе напротив м. Шелеха. Обращает внимание и наличие как илолюбивых форм, так и видов, обитающих на смешанных, галечно-песчаных грунтах, а также представителей эпифауны твердых субстратов.

Всего на 13 площадках было собрано 252 экз. глицимериса (целые рак., ств. и фрагменты ств.). Наибольшее количество экз. было обнаружено в пробах 7–13 в восточной части пляжа – от 25 экз. до 44 экз., наименьшее – в западной части (пробы 1–6, от 4 до 11 экз.) (рис. 3), что может быть связано с особенностями локальных вдольбереговых течений. В целом очевидно, что обилие раковинного материала смещено в восточную часть пляжа, при этом различаясь на порядки между западной и восточной частями.

Распределение целых рак. и разрозненных ств. носит неравномерный характер: в западной части пляжа присутствуют преимущественно ств., по 2–3 рак. найдено в пробах 4, 5, 7, затем, в восточной части пляжа, количество рак. увеличивается до 7–8 (пробы 8, 10), по крайней мере, целые рак. обнаружены во всех пробах 7–13 (рис. 4). Доля целых раковин от общего числа всех экз. на пляже невелика – 35, или 14%, что указывает как на относительную легкость дисартикуляции раковин этого вида, так и на сравнительную высокую гидродинамическую активность в проливе. По нашим наблюдениям, при высыхании лигамента

Рис. 3. Распределение общего количества собранных экземпляров глицимериса (раковины + створки + фрагменты) на изученном участке.

Fig. 3. Distribution of the total number of the collected *Glycymeris yessoensis* specimens (complete shells+valves+fragments) on the beach studied.

раковина глицимериса легко распадается на створки. Следует отметить, что соотношение правых (ПС) и левых створок (ЛС) в пробах было относительно равномерным (рис. 5), отличаясь в два раза лишь в одной пробе (20 ПС, 9 ЛС в пробе 10), в целом составляя 102 ПС и 93 ЛС). Створки глицимериса зеркальны, одинаковы по массе и скульптурным элементам.

Деструкция раковин выражена не только дисартикуляцией, но и механическими повреждениями на самих створках/целых раковинах. Количество экз. со следами механических повреждений варьировало в пробах от 0 до 6, при этом

Рис. 4. Распределение раковин и створок глицимериса на изученном участке.

Fig. 4. Distribution of shells and valves of *Glycymeris yessoensis* on the beach studied.

Рис. 5. Распределение правых и левых створок глицимериса на изученном участке.

Fig. 5. Distribution of right and left valves of *Glycymeris yessoensis* on the beach studied.

доля поврежденных экз. составляла от 5% до 40% (рис. 6). Высокий удельный вес поврежденных створок/раковин (25–40%, или 1–2 экз.), характерен для западной части пляжа, где в пробах было обнаружено всего от 4 до 5 экз. В целом, доля раков./ств. с механическими повреждениями составляет 12% от общего числа обнаруженных во всех пробах экз.

Периостракум глицимериса обычно плохо сохраняется, тем не менее, доля раков./ств. с остатками периостракума составила от 9% до 50% (рис. 7), или в целом 31% от общего числа экз. (раков.+ств.). Следует отметить, что и на живых особях периостракум присутствует обычно в нижней части раковины и легко отпадает при транспортировке или высыхании на пляже.

Фрагментация раковин глицимериса в танатоценозах, выраженная долей фрагментов от всех обнаруженных экз. (рак.+ств.+фрагменты), изменялась от 3% до 25% по пробам, при этом в среднем составила 9% (рис. 8). Больше всего фрагментов обнаружено в восточной части пляжа (до 5–7 экз./м²). В целом это характеризует механическую деструкцию путем разбивания (дробления) раковин (breakage) как невысокую и, видимо, событийную или дискретную по времени.

Наконец, раковины со следами длительного нахождения в составе донных осадков (или следами коррозии) составляли от 22% до 44% от общего числа экз. (рак.+ств.), или в среднем по всем пробам 29% (рис. 9). Наибольшее количество экз. с такими повреждениями встречено в восточной части пляжа – до 10–12 экз./м². По-видимому, этот тафономический процесс является одним из важнейших в танатоценозах моллюсков верхней сублиторали, но может зависеть также от сезона и минералогии раковин.

Рис. 6. Удельный вес экземпляров глицимериса (% от общего числа раковин и створок) с механическими повреждениями на изученном участке.

Fig. 6. Proportions of the *Glycymeris yessoensis* specimens with mechanical damage (of the total number of shells and valves) on the beach studied.

Рис. 7. Удельный вес экземпляров глицимериса (% от общего числа раковин и створок) со следами перистроакума на изученном участке.

Fig. 7. Proportions of the *Glycymeris yessoensis* specimens with traces of periostracum (of the total number of shells and valves) on the beach studied.

Рис. 8. Удельный вес фрагментов створок глицимериса (% от общего числа всех экземпляров) на изученном участке.

Fig. 8. Proportions of the *Glycymeris yessoensis* fragments (of the total number of all specimens) on the beach studied.

Рис. 9. Удельный вес экземпляров глицимериса (% от общего числа раковин и створок) со следами длительного пребывания в составе донных осадков (следами корразии).

Fig. 9. Proportions of the *Glycymeris yessoensis* specimens with traces of a long repose in the bottom sediments (discoloration, traces of dissolution/bioerosion) (of the total number of shells and valves) on the beach studied.

Летом процессы растворения биогенных карбонатов протекают быстрее [Powell et al., 1989].

G. yessoensis является единственным представителем рода в российских дальневосточных морях [Скарлато, 1981]. Раковина глицимериса толстостенная (до 3.1–3.4 мм в толщину), с невысокими, плоскими, широкими радиальными ребрами, разделенными узкими желобками, periostracum бурый, коричневатый, чешуйчатый, обычно сохраняется лишь у нижнего края створок, длина раковины до 50 мм [Евсеев, 1981; Скарлато, 1981]. Этот моллюск – долгожитель, его продолжительность жизни может достигать 64 лет (при длине раковины 58 мм) [Золотарев, 1989]. Согласно А.Н. Голикову и О.А. Скарлато [1967], в зал. Посыета *G. yessoensis* обнаружен в открытой прибойной бухте и у входа в полузакрытую бухту на песчаном и песчано-гравийном грунте, на глубине 1.5–4 м, при солёности 30.3‰, при этом скоплений не образует. Закапывается этот вид неглубоко, на глубину до 50 мм [Явнов, 2016], что способствует легкому вымыванию как живых моллюсков, так и пустых раковин

и дальнейшей транспортировке на пляж. Несмотря на отсутствие скоплений глицимериса в сублиторали, его раковины были обычным компонентом береговых выбросов – танатоценозов моллюсков в ряде районов зал. Посьета – на участке между м. Астафьева и б. Клыкова (п-ов Краббе, б. Рейд Паллада), на участке вблизи м. Мраморного (б. Рейд Паллада) и в районе м. Шелеха [Лутаенко, 1990].

Потеря цвета и растворение раковин были доминирующими процессами в ходе двухлетнего эксперимента в сублиторали Мексиканского залива и Багамских островов (на глубинах более 15 м), тогда как потеря периостракума и веса раковин, фрагментация и откалывание краев были менее заметны [Powell et al., 2002]. Однако эти эксперименты проводились ниже зоны волновой деструкции, тогда как в верхней сублиторали, зоне активного гидродинамического режима, для раковин более характерно посмертное окатывание, истирание и обламывание, коррелирующее с седиментологическими особенностями донных осадков [Евсеев, 1981]. Так, в зал. Восток Японского моря доля поврежденных раковин (более 50 видов моллюсков) в зоне илов не превышает 5–6%, а в зоне песков – 25–30% (при максимуме 100%) [Евсеев, 1981]. В целом, в северо-западной части Японского моря Г.А. Евсеев [1981] выделил две фации, литологические и тафономические особенности танатоценозов раковин двустворчатых моллюсков которых отражают гидродинамические условия их существования: *фация деструкции раковинного материала* (волноприбойная зона: галечные отложения, дополнительно гравий, грубо- и крупнозернистые пески, обломки раковин плохой сохранности, волновая скорость 0.5–1 м/с, гипсометрические отметки – от +1 ... +4 м до глубины 4–7 м) и *фация ракушечников* (пески, многочисленные раковины двустворчатых моллюсков, глубины формирования от 12–15 м до зоны береговых выбросов). В условиях формирования первой фации происходит интенсивная деструкция раковин, более половины из них истираются, другая часть поступает на пляж или выносятся глубже зоны абразии, а в условиях второй для большинства раковин характерна хорошая сохранность, но тонкие скульптурные элементы на поверхности раковин, тонкие зубные пластины, иные выросты обычно обломаны, периостракум полностью или частично разрушен. Пляжево-литоральные обстановки формирования танатоценозов *G. yessoensis* в изученном районе зал. Посьета являются промежуточными по своим фаціальным характеристикам между двумя вышеописанными. Вместе с тем, признаки потери оригинального цвета, «шершавая» поверхность раковин (следы растворения/биоэрозии), почернение (изменение цвета) формируют категорию раковин «со следами длительного пребывания в составе донных осадков» (корразии), что ближе к тафономическому типу раковин *фации автохтонной аккумуляции* (мелкозернистые пески, алевроиты, глинистые илы) [Евсеев, 1981], осадки которой распространены в полузакрытых бухтах, центральных частях заливов и лагунах. Эти раковины долгое время находятся на дне, возможно, в прижизненном положении, и вымываются во время сильных штормов, но не перемещаются на длительные расстояния вдольбереговыми течениями. О последнем говорит

отсутствие раковин глицимериса на двух прилегающих пляжах – участке между м. Тироль и м. Шелеха (б. Экспедиции) и в б. Постовой [Лутаенко, 1990], хотя они расположены всего в сотнях метров от м. Шелеха. Таким образом, танатоценозы моллюсков м. Шелеха являются субавтохтонными, а транспортировка раковин здесь, в том числе и глицимериса, – короткой, что объясняет в целом невысокий уровень деструкции. Хотя окатанность рассматривается как признак деструкции раковинного материала и посмертного переноса раковин, иногда в природе имеет место окатывание и истирание раковин у живых моллюсков, как например, у *Monodacna* в Каспийском море [Максимова, 1949] или *Cerastoderma edule* (L., 1758) в Северном море [Cadée, 2016]. Иными словами, некоторые механические повреждения раковин могут быть прижизненными.

Фрагментация раковин моллюсков в низкоэнергетических обстановках накопления илов и глин – обычное явление, вызванное как физическими, так и биологическими агентами [Brett, Allison, 1998]. Поэтому не всегда возможно дискриминировать автохтонные и аллохтонные танатоценозы по признакам деструкции раковинного материала. Вместе с тем, скорость абразионной деструкции раковин в зоне прибоя в 150–1000 раз выше, чем в более низкоэнергетических сублиторальных обстановках [Driscoll, 1970]. В нашем случае абразия и фрагментация раковин имеют место эпизодически, во время штормов, что и определяет характер сохранности раковин глицимериса. Растворение раковин наиболее интенсивно протекает в зоне границы «вода–осадок» [Aller, 1982; Powell et al., 1989], т.е. при нахождении раковин посмертно в тафономически активной зоне (TAZ) и ему способствует активная биотурбация. Часть раковин глицимериса из танатоценозов м. Шелеха имела следы растворения. И.-Н.В. Иванова [1973] и Г.А. Евсеев [1981] описывали случаи сильно растворившихся раковин и раковин с сильно размягченным карбонатным веществом в условиях открытого побережья, но накапливавшихся либо в застойных сублиторальных впадинах (реже в литоральных ваннах), где максимально для мелководья исключается механическое воздействие среды и преобладают химические агенты (накопление органики), либо обнаруженных среди чистых сортированных песков, что, возможно, связано с фильтрационными возможностями этих отложений. В мелководных бухтах зал. Посьета широко распространены заросли zostеры и валы разлагающейся морской травы с сильным запахом сероводорода, что способствует растворению карбонатного вещества раковин – кислоты продуцируются при декомпозиции органического вещества [Powell et al., 1989]. В лагунных условиях растворение является ведущим тафономическим агентом деструкции раковин моллюсков [Ritter et al., 2013], а в умеренных широтах растворение раковин вообще широко распространено в связи с недонасыщенностью карбонатами морских вод, хотя биоэрозия здесь также играет огромную роль [Cutler, Flessa, 1995]. Считается, что в озерах тафономически активная зона (TAZ) занимает верхние 25 см осадков, при этом наиболее активно растворение и деструкция происходят в верхнем 10-см

слое [Cristini, De Francesco, 2012]. Аналогичным образом, в морских условиях эта зона занимает от нескольких до десятков сантиметров верхней части осадочной колонки [Powell et al., 1989].

В настоящее время в морской тафономии доминирует концепция о том, что обилие раковин моллюсков в современных танатоценозах, за редким исключением, хорошо отражает уровень (порядок) обилия видов в поселениях живых моллюсков, даже в высокоэнергетических обстановках осадконакопления [Warme, 1969; Kidwell, 2001; Lockwood, Chastant, 2006]. В нашем случае представляется, учитывая факт отсутствия вдольбереговой транспортировки раковин глицимериса как в б. Постовую, так и в б. Экспедиции, прочность раковин вида и невысокий уровень их механической деструкции, что популяция глицимериса в районе м. Шелеха в конце 1980-х гг. была достаточно устойчивой и значительной. О последнем говорит обилие раковин на пляже, достигающее нескольких десятков экз. на квадратный метр. Танатоценозы глицимериса в сублиторали представляли собой «усредненные во времени» (time-averaged) скопления раковин, аккумулирующиеся в течение длительного нахождения в тафономически активной зоне, а танатоценозы пляжа имеют характер событийных или сезонных скоплений, формирующиеся во время штормов. Происхождение фрагментации раковин очевидное – механическое воздействие волн и осадков, врагов-дурофагов, способных разбить или раскусить твердую раковину глицимериса (ракообразные, рыбы), в зал. Посъета не имеется. Биоэрозия/растворение (коррозия), следы которой мы наблюдали почти на трети собранных раковин, могут способствовать процессам абразии и фрагментации [Powell et al., 1989]. Таким образом, по тафономическим и экологическим условиям изученный участок м. Шелеха имеет промежуточный характер между полузакрытыми бухтами и открытыми участками побережья, что и сказывается на облике танатоценозов глицимериса.

Благодарности

Я признателен к.б.н. Н.И. Григорьевой (ННЦМБ ДВО РАН) за консультации по гидрологии зал. Посъета и И.Е. Волвенко (Музей истории Дальнего Востока им. В.К. Арсеньева) за помощь в подготовке иллюстраций. Е.Б. Лебедев (ННЦМБ ДВО РАН) любезно способствовал работе в зал. Посъета.

Литература

- Голиков А.Н., Скарлато О.А. 1967. Моллюски залива Посъет (Японское море) и их экология // Труды Зоологического института АН СССР. Т. 42. С. 5–154.
- Григорьева Н.И. 2012. Залив Посъета: физико-географическая характеристика, климат, гидрологический режим // Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря. Владивосток: Изд. дом ДВФУ. С. 31–61.
- Евсеев Г.А. 1981. Сообщества двустворчатых моллюсков в послеледниковых отложениях шельфа Японского моря. М.: Наука. 160 с.

- Золотарев В.Н. 1989. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков. Киев: Наукова думка. 112 с.
- Иванова И.-Н.В. 1973. Двустворчатые моллюски и условия осадконакопления. М.: Наука. 163 с.
- Лоция северо-западного берега Японского моря от реки Туманная до мыса Белкина. 1984. М.: МО СССР. 319 с.
- Лутаенко К.А. 1990. Двустворчатые моллюски в береговых выбросах залива Петра Великого (Японское море). Владивосток: Институт биологии моря ДВО АН СССР. Препринт № 28. 51 с.
- Максимова С.В. 1949. О некоторых особенностях залегания и сохранности раковин моллюсков. «Ракушечная мостовая» // Труды Института океанологии АН СССР. Т. 4. С. 165–171.
- Марковский Б.П. 1966. Методы биофациального анализа. М.: Недра. 271 с.
- Новожилов А.В., Григорьева Н.И., Вышковцев Д.И., Лебедев Е.Б. 1991. Течения и горизонтальная турбулентность в бухтах залива Посьета (Японское море) // Рациональное использование биоресурсов Тихого океана: тезисы докладов Всесоюзной конференции, 8–10 октября 1991 г., Владивосток. Владивосток: ТИНРО. С. 61–63.
- Разин А.И. 1934. Морские промысловые моллюски южного Приморья // Известия Тихоокеанского научного института рыбного хозяйства (ТИРХ). Т. 8. С. 1–110.
- Скарлато О.А. 1981. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. Вып. 126. С. 1–479.
- Явнов С.В. 2016. Атлас двустворчатых моллюсков дальневосточных морей России. Владивосток: Русский остров. 271 с.
- Янин Б.Т. 2014. Терминологический словарь-справочник по палеонтологии (палеоихнология, палеоэкология, тафономия). М.: ИНФРА-М. 171 с.
- Aller R.C. 1982. Carbonate dissolution in nearshore terrigenous muds: the role of physical and biological reworking // Journal of Geology. V. 90, N 1. P. 79–95.
- Brett C.E., Allison P.A. 1998. Paleontological approaches to the environmental interpretation of marine mudrocks // Shales and Mudstones I. Basin Studies, Sedimentology and Paleontology. J. Schieber, W. Zimmerle, P. Sethi (Eds.). Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). P. 301–349.
- Brett C.E., Baird G.C. 1986. Comparative taphonomy: a key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation // Palaios. V. 1. P. 207–227.
- Cadée G.C. 2016. Rolling cockles: shell abrasion and repair in a living bivalve *Cerastoderma edule* L. // Ichnos. V. 23, N 3–4. P. 180–188.
- Cristini P.A., De Francesco C.G. 2012. Taphonomic analysis of mollusks below the sediment-water interface in Nahuel Rucá Lake (Buenos Aires Province, Argentina) // Ameghiniana. V. 49, N 4. P. 594–605.
- Cutler A.H., Flessa K.W. 1995. Bioerosion, dissolution and precipitation as taphonomic agents at high and low latitudes // Senckenbergiana Maritima. Bd. 25, N 4/6. S. 115–121.
- Driscoll E.G. 1970. Selective bivalve shell destruction in marine environments, a field study // Journal of Sedimentary Petrology. V. 40, N 3. P. 898–905.
- El Gendy A., Al-Farraj S., El-Hedeny M. 2015. Taphonomic signatures on some intertidal molluscan shells from Tarut Bay (Arabian Gulf, Saudi Arabia) // Pakistan Journal of Zoology. V. 47, N 1. P. 125–132.
- Feige A., Fürsich F.T. 1991. Taphonomy of the Recent molluscs of Bahía la Choya (Gulf of California, Sonora, Mexico) // Zitteliana. Bd. 18. S. 89–135.
- Kidwell S.M. 2001. Preservation of species abundance in marine death assemblages // Science. V. 294. P. 1091–1094.
- Kidwell S.M., Bosence D.W. 1991. Taphonomy and time-averaging of marine shelly faunas // Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record. P.A. Allison, D.E.G. Briggs (Eds.). New York: Plenum Press. P. 115–209. (Topics in Geobiology, 9).
- Lockwood R., Chastant L.R. 2006. Quantifying taphonomic bias of compositional fidelity, species richness, and rank abundance in molluscan death assemblages from the upper Chesapeake Bay // Palaios. V. 21. P. 376–383.

- Lutaenko K.A. 1994. Beach molluscan thanatocoenoses in Possjet Bay, Sea of Japan: comparison between open and sheltered beaches // *Benthos Research*. N 47. P. 1–12.
- Martin R.E. 1999. *Taphonomy. A Process Approach*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 508 p.
- Parsons K.M., Brett C.E. 1991. Taphonomic processes and biases in modern marine environments: an actualistic perspective on fossil assemblage preservation // *The Processes of Fossilization*. S.K. Donovan (Ed.). New York: Columbia Univ. Press. P. 22–65.
- Powell E.N., Callender R.W., Staff G.M., Parsons-Hubbard K.M., Brett C.E., Walker S.E., Raymond A., Ashton-Alcox K.A. 2008. Molluscan shell condition after eight years on the sea floor – taphonomy in the Gulf of Mexico and Bahamas // *Journal of Shellfish Research*. V. 27, N 1. P. 191–225.
- Powell E.N., Parsons-Hubbard K.M., Callender R.W., Staff G.M., Rowe G.T., Brett C.E., Walker S.E., Raymond A., Carlson D.D., White S., Heise E.A. 2002. Taphonomy on the continental shelf and slope: two-year trends – Gulf of Mexico and Bahamas // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. V. 184. P. 1–35.
- Powell E.N., Staff G.M., Callender R.W., Ashton-Alcox K.A., Brett C.E., Parsons-Hubbard K.M., Walker S.E., Raymond A. 2011. Taphonomic degradation of molluscan remains during thirteen years on the continental shelf and slope of the northwestern Gulf of Mexico // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. V. 312. P. 209–232.
- Powell E.N., Staff G.M., Davies D.J., Callender W.R. 1989. Macrobenthic death assemblages in modern marine environments: formation, interpretation, and application // *Critical Reviews in Aquatic Sciences*. V. 1, N 4. P. 555–589.
- Ritter M.N., Erthal F., Coimbra J.C. 2013. Taphonomic signatures in molluscan fossil assemblages from the Holocene lagoon system in the northern part of the coastal plain, Rio Grande do Sul State, Brazil // *Quaternary International*. V. 305. P. 5–14.
- Schäfer W. 1972. *Ecology and Palaeoecology of Marine Environments*. Chicago: Univ. of Chicago Press. 568 p.
- Warne J.E. 1969. Live and dead molluscs in a coastal lagoon // *Journal of Paleontology*. V. 43, N 1. P. 141–150.
- Zuschin M., Stachowitsch M., Stanton R.J. 2003. Patterns and processes of shell fragmentation in modern and ancient marine environments // *Earth-Science Reviews*. V. 63. P. 33–82.

Published online December 25, 2020