

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЫЛЬЦЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ГЛУБОКОВОДНЫХ ОСАДКАХ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Новосёлова Ю.В.,

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва Дальневосточного отделения
Российской Академии Наук*

Аннотация. Изучение соотношения современной растительности с палиноспектрами поверхностных отложений различного генезиса является важнейшей составляющей палинологии. Такие исследования необходимы при реконструкции облика растительности и климата прошедших эпох на основе непрерывных пыльцевых записей. Особенно актуален этот вопрос при интерпретации спорово-пыльцевых комплексов глубоководных морских осадков.

Ключевые слова: *палинологический анализ, Японское море, донные отложения*

POLLEN DISTRIBUTION IN SURFACE DEEP SEDIMENTS OF THE SEA OF JAPAN

Novoselova Yu.V.,

Pacific Ocean Institute Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences

Annotation. The study of the relationship between modern vegetation and the spectra of surface deposits of various genesis is the important task of palynology. Such studies are necessary for reconstructing the appearance of vegetation and climate of past eras based on continuous pollen records. This issue is especially relevant when interpreting the results of palynological analysis of deep-sea marine sediments.

Key words: *palynological analysis, Sea of Japan, bottom sediments*

Введение. Систематические палинологические исследования современных морских осадков начались в начале 50-х годов XX в. На этом этапе изучались преимущественно шельфовые отложения Азовского, Белого, Чёрного, Охотского, Японского и других морей [8,9,17,4,5,12,20,3]. Е.В. Коренева, начиная с 1952 г., проводила исследования отложений Охотского моря и западной части Тихого океана, в результате которых были определены закономерности распределения пыльцы и спор в осадках Охотского моря, и составлена карта количественного распределения пыльцы и спор в поверхностном слое морских донных осадков [8,9]. В 1962 г. были опубликованы первые результаты исследования поверхностных образцов донных отложений в Гданьском заливе (Балтийское море). Коллегами исследован ряд образцов, отобранных из поверхностного слоя осадков по пяти профилям, проходящим в различных частях залива. В пробах из наиболее удаленных от побережья районов преобладала пыльца хвойных и споры, а в прибрежных – пыльца лиственных пород [10]. В 70-х годах XX в. геологами были изучены отложения залива Петра Великого (Японское море) [6,13,14,16] и в результате удалось установить некоторые общие закономерности в распределении пыльцы и спор в морских донных отложениях в зависимости от геоморфологических условий и типов осадков. Однако распределение пыльцы в поверхностном слое донных осадков Японского моря на различных глубинах по всей площади бассейна практически не изучалось.

Материал и методы. Японское море расположено на стыке Азиатского континента и Тихого океана. Оно имеет сложную систему циркуляции [23] течений. Теплое Цусимское

течение сильно влияет на современный климат региона. Холодные течения: Лиманное, Приморское, Южно-Приморское и Северо-Корейское (рис.1.) оказывают воздействие главным образом на природу и климат Приморского края и Кореи. На климатические условия региона сильно влияет муссонная циркуляция атмосферы. Зимой на регион оказывает воздействие Алеутский минимум и Азиатский антициклон. В связи с этим в зимний период сухой и холодный континентальный воздух распространяется с материка на море. Летом происходит активное развитие циклонической деятельности над Азией и антициклогенеза над дальневосточными морями. В результате взаимодействия этих атмосферных центров происходит интенсивный перенос тёплых и влажных воздушных масс с океана на материк. Морские течения и воздушные потоки являются главными средствами транспортировки пыльцы и спор в акваторию и осадки Японского моря.

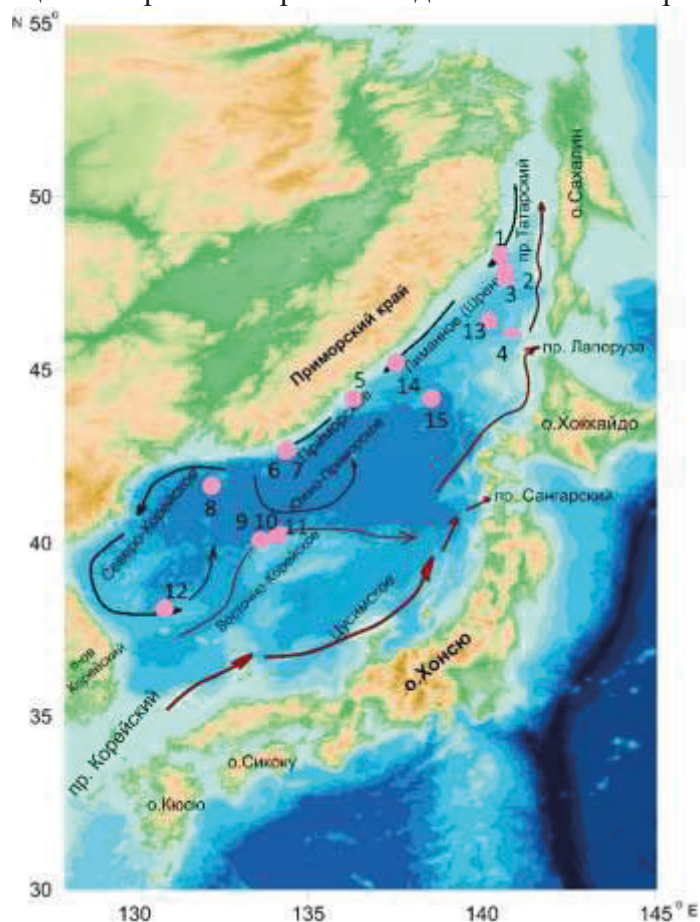


Рис.1. Схема течений ЯМ и географическое положение станций отбора поверхностных отложений

Поверхностные донные отложения, послужившие материалом данного исследования, отобраны с помощью мультикорера в ходе совместной Российско-Китайской экспедиции на НИС «Академик М.А. Лаврентьев». Большинство образцов взяты в интервале кернов 0-4 см. Обработка проводилась по стандартной методике В.П Гричука с применением тяжёлой жидкости. Таксономическое определение зёрен пыльцы и спор проведено под световым микроскопом Микмед-6. Палинологический температурный индекс T_p вычислен по формуле, предложенной Е. Игораши [22].

$$\text{Формула: } T_p = 100 * T_w / (T_w + T_c),$$

где T_w – сумма древесных теплолюбивых таксонов: дуба *Quercus*, ореха *Juglans*, ильма *Ulmus*, липы *Tilia*, клена *Acer*, каштана *Castanea*, бука *Fagus* (%), T_c – сумма древесных

холодостойких таксонов: *Picea*, *Abies* для северной части моря (45-50° с.ш.) и ели *Picea*, пихты *Abies*, лиственницы *Larix* для образцов, отобранных южнее 45° с.ш. Построение диаграмм выполнены в программе TILIA.3.0.1[21], карты-схемы созданы при помощи программы Surfer 15.

Результаты и обсуждение. Изучив поверхностные пробы, определено, что, в общем составе пыльцы и спор преобладает пыльца деревьев и кустарников, от 63 % и выше. Содержание пыльцы трав и кустарничков очень низкое. К основным таксонам в группе деревьев и кустарников относятся *Pinus*, *Picea*, *Quercus*, *Abies*, *Betula*. Крайне редко встречались *Tsuga*, *Acer*, *Castanea*, *Ulmus*. Пыльца трав представлена преимущественно сем. *Amaranthaceae*, *Artemisia*. Более высокое таксономическое разнообразие отмечается в пробах, отобранных относительно близко к шельфу, что подтверждает различную дальность ветрового заноса пыльцы. Во многих пробах Японского моря преобладает пыльца растений, у которых очень высокое продуцирование пыльцы, и она распространяется воздушными потоками на 400 км [18] и более: *Picea*, *Pinus* (рис.2). Пыльца хвойных растений – *Abies*, *Picea* преобладает в отложениях в районе побережья острова Сахалин, что отражает распространение в современной растительности острова елово-пихтовых и пихтово-еловых лесов с участием широколиственных пород [11]. Пыльца лиственницы не отмечена в пробах, несмотря на то, что, лиственничники произрастают на Сахалине и в Приморье [19,11]. Это связано с плохой сохранностью пыльцы лиственницы, и было установлено ранее по спорово-пыльцевым спектрам Сахалина [1]. Очевидно, в область Татарского пролива пыльца и споры растений попадают преимущественно с Сахалина и Приморского края, где поздней весной и летом преобладают северные и юго-западные ветра. Содержание *Quercus* относительно высокое (до 30 %) в центральной части моря, что отражает обилие дуба в умеренно-широколиственных лесах на юге Приморья, острове Хонсю и Корейском полуострове. У побережья Приморья содержание *Quercus* до 20 %, что сопоставимо с составом субфоссильных спорово-пыльцевых спектров проб, отобранных на берегу оз. Ханка (юг Приморья) [2], и отвечает составу растительности на юге Приморского края. Появление в единичном количестве пыльцы *Cryptomeria*, которая является эндемиком Японских островов, как в центральной части моря, так и в северной, свидетельствует о поступлении пыльцы с острова Хонсю с юго-восточными и южными ветрами в весенний период. Кроме того, коллегами установлено, что *Cryptomeria* отличается обильной пыльцевой продуктивностью и способна переноситься на большие расстояния [7]. По результатам исследования субфоссильных спорово-пыльцевых спектров Сахалина также установлено попадание в исключительных случаях экзотической пыльцы *Cryptomeria* на остров [15], подтверждая ее относительно хорошую способность распространяться ветрами. Также в результате ветрового заноса на остров Сахалин приносится пыльца других, не произрастающих здесь таксонов: *Corylus*, *Fagus*, *Castanea*, *Tilia* [15]. Их содержание обычно менее 1 %, и они были принесены с островов Хонсю, Хоккайдо и с прилегающих материковых областей. Таким образом, очевидно, что пыльца липы *Tilia* может переноситься ветром за пределы своего ареала, вопреки более ранним сведениям [18]. В донных отложениях моря количество *Juglans*, *Tilia*, *Ulmus*, *Acer* и *Corylus* низкое (Рис.2), что согласуется с составом субфоссильных спектров на юге Приморья и отражает состав современной растительности региона. При анализе проб, отобранных в районе р. Комиссаровка, коллегами [2] отмечено относительно высокое содержание *Pinus* (18-70 %), *Betula* (11-46 %) и *Quercus* (3-16 %) и примерно сопоставимо со спектрами морских поверхностных отложений, изученных нами вблизи южного побережья Приморья. В южную и центральную часть моря поступает преимущественно пыльца растений Корейского полуострова с западными ветрами, преобладающими в весенний период. Когда на острове Хонсю (июнь – октябрь) преобладают юго-восточные и западные ветра, увеличивается принос в море пыльцы японской растительности. Пыльца растений из Приморья поступает

главным образом с юго-западными ветрами, которые преобладают в весенне-летний период, а также с северо-западными ветрами в конце лета и осенью.

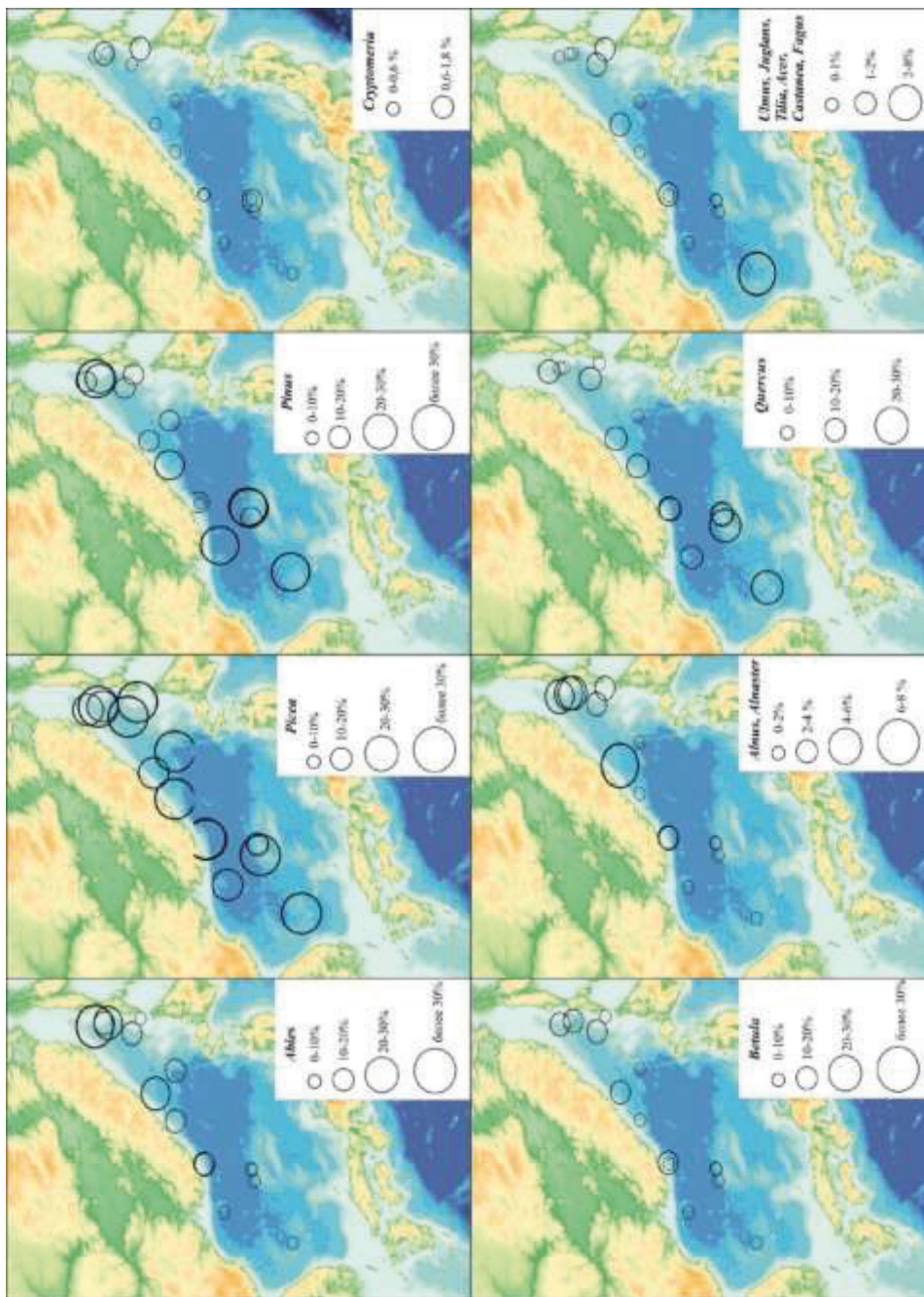


Рис. 2. Распределение пыльцы основных таксонов в поверхностных осадках Японского моря

Палинологический температурный индекс служит критерием оценки климатических изменений, однако до сих пор не проводилась верификация этого показателя на примере современных морских донных отложений. В связи с этим мы вычислили этот показатель в поверхностных донных осадках. Значение палинологического температурного индекса Тр высокое для осадков из района Ямато и характеризуется низкими значениями для осадков из Татарского пролива и вблизи северного побережья Приморья (Рис.3). Это отличие обусловлено особенностями состава современной растительности побережья Приморья, о. Сахалин, Японских островов, северо-востока Китая, а также направлением морских

поверхностных течений, так как пыльца растений, попадая на поверхность моря, хорошо транспортируется течениями и оседает на дно.

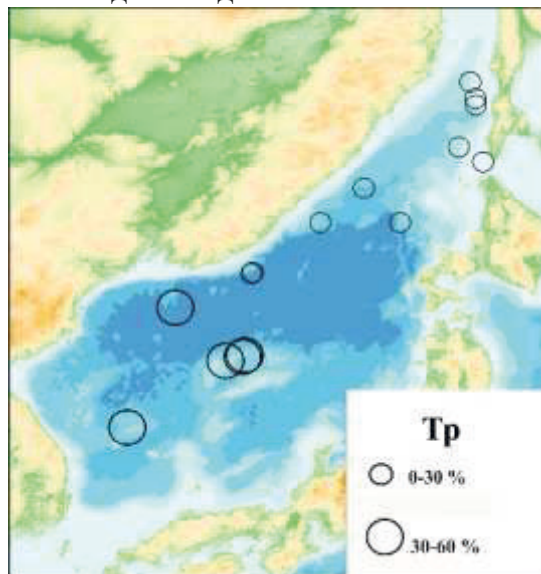


Рис.3. Распределение значений палинологического температурного индекса T_r в поверхностном слое донных отложений Японского моря

Выводы. Нами впервые показано пространственное распределение пыльцы различных таксонов в Японском море. Распространение пыльцы основных таксонов в донных отложениях хорошо согласуется с произрастанием еловых, пихтово-еловых, смешанных хвойно-широколиственных лесов на побережье и островных участках суши Японского моря. Также продемонстрировано, что температурный индекс T_r объективно отражает особенности состава современных растительных зон региона и может использоваться как дополнительный показатель региональных климатических изменений Япономорского региона.

Благодарность. Работа выполнена при поддержке гос. темы №121021700342-9 Минобрнауки РФ и гранта РНФ 22-17-00118 Эволюция среды, климата и продуктивности восточной Арктики и северо-западной Пацифики в плейстоцене и голоцене; роль региона в углеродном цикле.

Литература

1. Александрова, А.Н. Плейстоцен Сахалина / А.Н. Александрова. М.: Наука, 1982. 192 с.
2. Базарова, В.Б. Динамика изменения уровня озера Ханка (Приморье) в позднем голоцене / В.Б. Базарова, Л.М. Мохова, Л.А. Орлова, П.С. Белянин // Тихоокеанская геология. 2008. Т.27. № 3. С. 93-98.
3. Вагина, Н.К. Изменение верхнечетвертичных палинокомплексов в морских отложениях (по материалам прямоточных колонок Японского, Охотского морей и Курило-Камчатского желоба) / Н.К. Вагина // Геология Тихого океана: Тез. докл. 3-й Тихоокеанской школы по морской геологии, геофизике и геохимии (г. Владивосток, 12-18 октября 1987 г.). Владивосток: 1987. С. 49-50.
4. Васильев, Б.И. О скорости осадконакопления голоценовых отложений в северо-западной и центральной частях Японского моря / Б.И. Васильев, М.А. Репечка, Л.П. Караулова // Вопросы геологии дна Японского моря. Владивосток, 1973. С. 124-128.

5. Вронский, В.А. Палинологические исследования донных отложений Азовского моря / В.А. Вронский // Палинология голоцена и маринопалинология. М.: Наука, 1973. С. 119-124.
6. Караулова, Л.П., Назаренко, Е.М. Характеристика климата Приморья по данным спорово-пыльцевого анализа / Л.П. Караулова, Е.М. Назаренко // Проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, 1972. С. 388-392
7. Квавадзе, Э.В. Пыльца таксодиевых и её особенности / Э.В. Квавадзе. Тбилиси: Мецниереба, 1988. 48 с.
8. Коренева, Е.В. Изучение современных морских отложений методом спорово-пыльцевого анализа / Е.В. Коренева // Труды ин-та Океанологии АН СССР. М., 1955. Т. 13. С. 62-72.
9. Коренева, Е.В. Спорowo-пыльцевой анализ донных отложений Охотского моря / Е.В. Коренева // Тр. Ин-та Океанологии АН СССР. М., 1957. Т.22. С. 223-251.
10. Коренева, Е.В. Споры и пыльца из донных отложений западной части Тихого океана / Е.В. Коренева. М.: Наука, 1964. 88 с.
11. Крестов, П.В., Ботанико-географическое районирование острова Сахалин / П.В. Крестов, В.Ю. Баркалов, А.А. Таран // Растительный и животный мир острова Сахалин. Владивосток. 2004. С.67-90.
12. Малясова, Е.С. Палинология донных осадков Белого моря / Е.С. Малясова. Л.: Изд. ЛГУ, 1976. 119 с.
13. Марков, Ю.Д. Голоценовые и верхнеплейстоценовые отложения Уссурийского залива / Ю.Д. Марков, Г.А. Евсеев, Л.П. Караулова // Геология окраинных морей Тихого океана. Владивосток, 1975. С. 127-143.
14. Марков, Ю.Д. Четвертичные отложения северной части Японского моря / Ю.Д. Марков, Н.К. Вагина, В.С. Пушкарь, О.В. Дударев // Палеонтология и стратиграфия кайнозойских отложений Японского и Филиппинского морей. Владивосток, 1978. С. 45-82.
15. Микишин, Ю.А., Гвоздева, И.Г. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Сахалина и прилегающих территорий / Ю.А. Микишин, И.Г. Гвоздева. Владивосток: изд-во Дальневосточного университета, 2009. 160 с.
16. Пушкарь, В.С. Диатомовый и спорово-пыльцевой анализ верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений зал. Петра Великого (Японское море) / В.С. Пушкарь, Л.П. Караулова, Ю.Д. Марков // Рельеф и рыхлые отложения Приморья и Приамурья. Владивосток, 1976. С. 98-111.
17. Сафарова, С.А. С микроскопом в глубь тысячелетий / С.А. Сафарова. М.: Наука, 1964. 57 с.
18. Сладков, А.Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ / А.Н. Сладков. М.: Наука, 1967. 270 с.
19. Толмачев, А.И. О флоре острова Сахалина /А.И. Толмачев. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 109с.
20. Шатилова, И.И. Палинологические исследования современных донных осадков Чёрного моря / И.И. Шатилова // Палинология голоцена и маринопалинология. М.: Наука, 1973. С. 124-128.
21. Grimm, E. C. CONISS: A fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares / E.C. Grimm // Computers & Geosciences. 1987. V. 13(1). P. 13-35.
22. Igarashi, Y. & Oba, T. 2006. Fluctuations in the East Asian monsoon over the last 144 ka in the northern Pacific based on a high-resolution pollen analysis of IMAGES core MD01-2421. Quaternary Science Reviews 25, 1447-1459.
23. Yoon, J.-H., Kim, Y.-J. Review on the seasonal variation of the surface circulation in the Japan/East Sea / J.-H. Yoon, Y.-J. Kim // Journal of Marine System. 2009. V. 78. P. 226-236.