

URSZULA HARA

Muzeum PIG

Państwowy Instytut Geologiczny

Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

e-mail: uhar@pgi.waw.pl

MSZYWIOŁY KENOZOIKU ANTARKTYKI ZACHODNIEJ

WPROWADZENIE

Mszywioły, a szczególnie te należące do rzędu Cheilostomata, są bogatym zespołem, morskich kolonijnych, a zarazem osiadłych organizmów bentosowych, które zasiedlają dziś znaczne obszary antarktycznego szelfu kontynentalnego, Oceanu Lodowatego Południowego. Kolonie mszywiołów zróżnicowane w wielkości i kształtach, złożone są z serii dziesiątek i setek tysięcy, a nawet milionów pojedynczych osobników — zooidów. Zasiedlają one zróżnicowany wachlarz środowisk, głównie morskich stref szelfów kontynentalnych różnych szerokości geograficznych od Arktyki po Antarktykę. Współczesne mszywioły tolerują szeroki zakres temperatury wód najczęściej 10–30°C, o zasoleniu w przedziale 32–37 ‰, chociaż te żyjące w wodach antarktycznych mogą zasiedlać rejon o temperaturze ok. 0°C. Organizmy te najchętniej zasiedlają twarde podłoże, a czynnikami, które ograniczają populację mszywiołów jest szybkie tempo sedimentacji oraz znaczna turbulencja wód.

Mszywioły razem z gąbkami i wieloszczetami odgrywają istotną rolę we współczesnym ekosystemie Antarktyki. Stąd też obszary szelfów antarktycznych są często nazywane „królestwem mszywiołów i gąbek”, a ich szkielety są najczęściej spotykanym składnikiem tych stref (BULLIVANT 1969, ANDROSOVA 1973). Chociaż mszywioły mają stosunkowo niewielkie znaczenie

stratygraficzne, to przykłady ich zastosowania w analizie facjalnej pokazują, że są one dobrym narzędziem dla rekonstrukcji środowisk sedimentacji od szelfowych do głębokomorskich (SMITH 1995).

To właśnie obszary szelfu wokół antarktycznego są tym uprzywilejowanym rejonem, gdzie mszywioły stanowią znaczny procentowy udział w całkowitej biomase faun bentosowych. W zapisie kopalnym mszywioły są częstymi skamieniałościami i mają swoją długą historię, sięgającą okresu wczesnego ordowiku (ok. 500 mln lat temu). Tutaj datuje się powstanie rzędu mszywiołów Cyclostomata — grupy dominującej w utworach mezozoiku, której rozkwit przypada na górną kredę. Cheilostomata najważniejszy rząd, wyłącznie morskich mszywiołów wyłonił się w okresie późnej jury i stał się najważniejszą i dominującą grupą w osadach od późnej kredy aż do dziś, osiągając w trzeciorzędzie maksymalny poziom rozwoju. Obejmuje większość spośród około 5000 współcześnie żyjących i poznanych gatunków mszywiołów, choć znacząca większość tej fauny należy do form kopalnych, i oceniana jest na ok. 16000–20000 gatunków.

Zastosowanie elektronowego, mikroskopu skaningowego zapoczątkowało ważny etap w badaniach tej grupy fauny, której taksonomia jeszcze do dziś pozostaje sprawą otwartą.

HISTORIA BADAŃ

Współczesna fauna mszywiołów mórz wokół antarktycznych jest bogata i zróżnicowana, oraz zawiera znaczną część gatunków endemicznych (HAYWARD i TAYLOR 1984), a ich taksonomiczne studia mają już swoją długą historię.

Pierwsza antarktyczna kolekcja mszywiołów, zebrana w czasie słynnej belgijskiej wyprawy Adriaana de Gerlache de Gomery na statku „Belgica” w latach 1897–1899 pozwoliła na jej szczegółowe opracowanie przez WATERSA (1904). Już

ta pierwsza monografia rzuciła światło na specyfikę tej fauny, charakteryzującej się dużym zróżnicowaniem, bogactwem gatunków (97), a w tym również obecnością nowych taksonów dla nauki (zob. HAYWARD 1995). Kolejnymi ważnymi publikacjami w opracowaniu fauny współczesnych mszywiolów są prace HASTINGS (1943) i ROGICKA (1956, 1959, 1965). HASTINGS (1943) zwróciła uwagę na podobieństwo fauny mszywiolów szelfu patagońskiego i rejonu Półwyspu Antarktycznego. Lista mszywiolów z Antarktyki przedstawiona przez ROGICKĄ (1965) obejmuje 321 współczesnych gatunków mszywiolów, z czego 179 należy do form endemicznych. Ważną pracą poświęconą współczesnej faunie mszywiolów antarktycznych z rzędu Cheilostomata jest monografia HAYWARDA (1995) ukazująca tę grupę po raz pierwszy w świetle nowej systematyki z zastosowaniem nowoczesnych metod badawczych i użyciu mikroskopu skaningowego. Choć, ilość prac na temat współczesnej fauny mszywiolów jest imponująca, wciąż należy spodziewać się odkrycia nowych taksonów (HAYWARD i TAYLOR 1984, HAYWARD 1995), a ich liczba według ostatnich notowań z tego obszaru jest szacowana na 400 gatunków (RISTEDT 1995).

Studia kopalnych faun mszywiolów z Antarktyki mają swoją stosunkowo, krótką historię i niewielką ilość opracowań, które można przeciwstawić licznym monografiom faun współczesnych. Pierwszą, pracą jest publikacja HENNINGA (1911), opisująca plioceński zespół mszywiolów z Wyspy Cockburn, (Basen Jamesa Rossa) Antarktyka Zachodnia (Ryc. 1).

Szereg wypraw zorganizowanych przez Polską Akademię Nauk na Wyspę Króla Jerzego oraz w rejon Półwyspu Antarktycznego (wyspy Seymour i Cockburn), w ostatnim 20-leciu oraz zebrane tam znaczące kolekcje mszywiolów zapoczątkowały rozwój badań nad tą grupą skamieniałości (GAŹDZICKI i PUGACZEWSKA 1984, GAŹDZICKI i HARA 1994, HARA 1992, 1994, 1997a, b). Mszywioly te pochodzą z utworów kenozoiku, których geologiczna ewolucja w ciągu ostatnich 50 mln lat związana jest z ostatecznym rozpadem kontynentu Gondwany i zaistnieniem prądu wokółantarktycznego. W konsekwencji doprowadziło to do całkowitej izolacji kontynentu antarktycznego i pojawieniu się

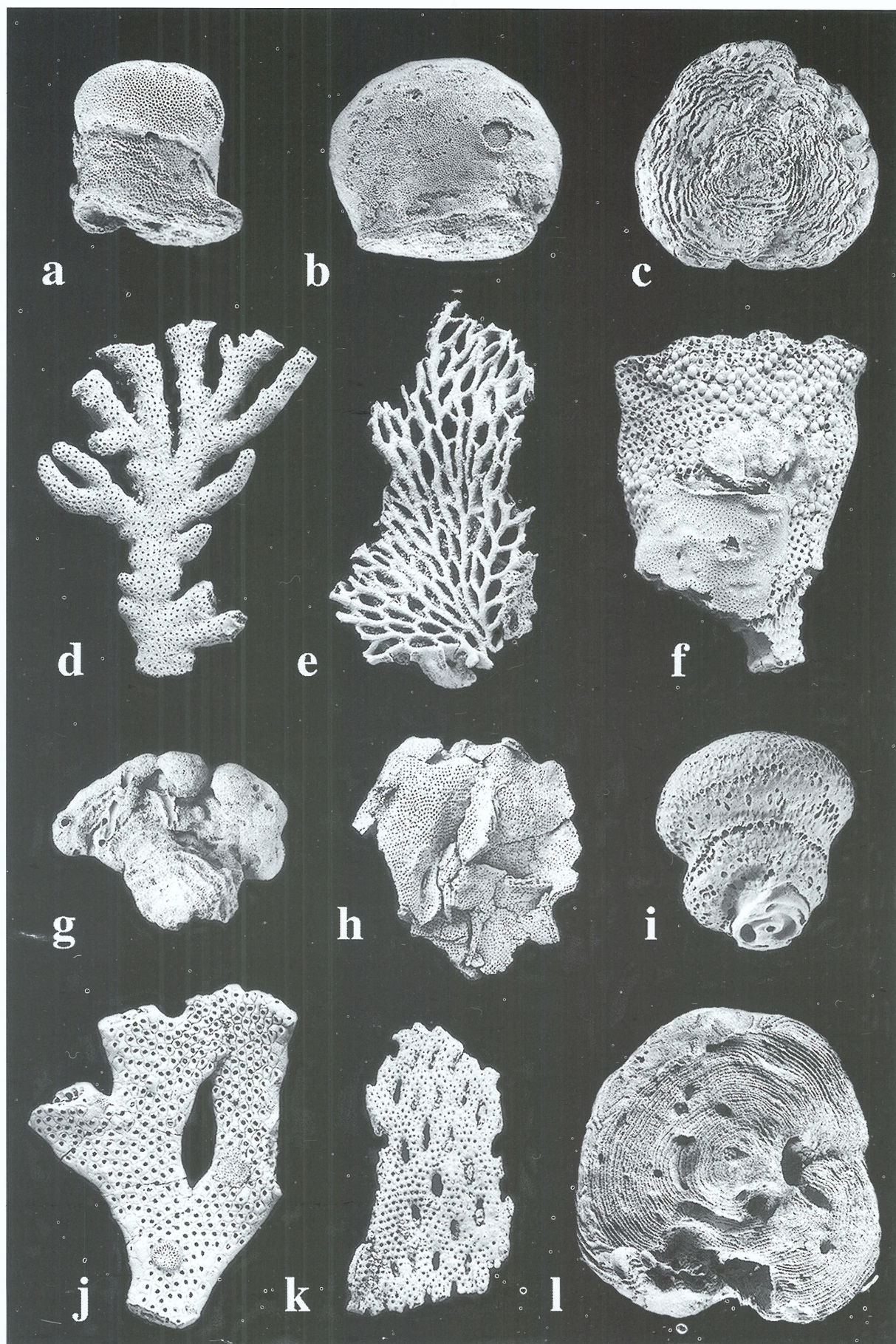


Ryc. 1. Lokalizacja Wyspy Króla Jerzego w archipelagu Szetlandów Południowych oraz wysp Seymour i Cockburn w sektorze Półwyspu Antarktycznego.

pierwszych paleogeńskich złodowceń w sektorze Półwyspu Antarktycznego (zob. BIRKENMAJER 1987, 1992, atr. w tym numerze KOSMOSU). Wraz ze zmianami klimatycznymi zmieniały się i ewoluowały zespoły faun mszywiolowych w eoceńsko-plioceńskich ekosystemach morskich. Rzucają one nowe światło na ewolucję tej grupy organizmów i ich różnicowanie się w kenozoiku.

Wśród zespołów faunistycznych rozpoznanych w trzeciorzędowych utworach morskich i morsko-lodowcowych Antarktyki Zachodniej z rejonu Półwyspu Antarktycznego, z wyspami Seymour i Cockburn oraz z archipelagu Szetlandów Południowych na Wyspie Króla Jerzego (Ryc. 1), mszywioly stanowiły zindywidualizowaną część fauny bentosowej i były charakterystycznym składnikiem biotopów. Są one także dobrym narzędziem w rekonstrukcji morskich, płytkowodnych środowisk sedymentacji, gdzie kształt kolonii zmienia się w zależności od charakteru środowisk, a także dominujące typy wzrostu kolonii są ważnym wskaźnikiem w interpretacji warunków sedymentacji (por. STACH 1936).

Ryc. 2. Morfologiczne typy kolonii mszywiolów z utworów formacji La Meseta (eocen), Wyspa Seymour: a — *Neofungella* sp., $\times 3$; b — *Ceripora* sp., $\times 2$; c — *Reptomulticava* sp., $\times 1$; d — *Hornera* sp., $\times 4$; e — *Reticrescis* sp., $\times 2$; f — *Aspidostoma* sp. z inkrustującą ją kolonią *Borgiola* sp., $\times 3$; g, l — *Osthimosia* sp., g — $\times 1$, l — $\times 0.5$; h, j — *Aspidostoma* sp., h — $\times 1$, j — $\times 3$; i — *Porella* sp., $\times 3$; k — *Sertella* sp., $\times 5$.



EOCEŃSKIE MSZYWIOŁY WYSPY SEYMOUR

Najstarszy eoceński zespół mszywiolów (datowany na ok. 50 mln lat) został znaleziony w płytkomorskich utworach formacji La Meseta na Wyspie Seymour (GAŹDZICKI i HARA 1994, HARA 1997a, b). W dolnej części tej formacji, masowo występują kolonie mszywiolów w pozycji przyżyciowej. Charakterystycznymi i dominującymi typami koloni są tutaj masywne, wielowarstwowe formy, o średnicy przekraczającej 10 cm, budujące głównie półsferyczne ale także sferyczne bądź grzybowate budowle (Ryc. 2). W większości kolonie wielowarstwowe złożone są z sukcesywnie narastających lamin, których ilość waha się od kilku do kilkudziesięciu (Ryc. 3). Rząd Cyclostomata reprezentują ro-

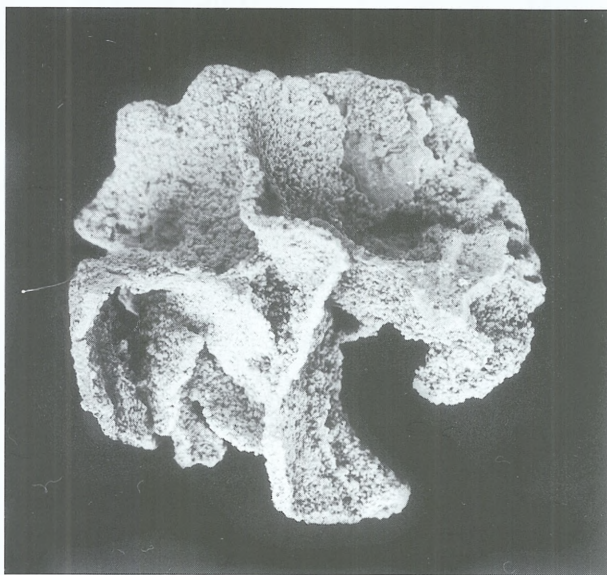
sezonalnością ówczesnego klimatu, na który wskazuje sukcesywne odkładanie się warstw przyrostu kolonii.

W przeciwieństwie do dolnej części profilu w górnej części formacji zespół mszywiolów tworzy jeden wyraźny horyzont zawierający odmienną faunę mszywiolów inkrustujących reprezentowany przez rodzaj *Smittina* — budujący dwuwarstwowe, liściaste formy kolonii (Ryc. 4). Występuje tutaj zubożona fauna mszywiolów, złożona z nielicznych fragmentów kolonii. To zróżnicowanie faun mszywiolowych w profilu utworów formacji La Meseta należy wiązać z globalnym oziębieniem się klimatu, jaki miał miejsce u schyłku eocenu, z czym wiąże się



Ryc. 3. Przekrój przez półsferyczną, wielowarstwową kolonię mszywiola z rodzaju *Reptomulticava*, $\times 3$, pokazujący kolejne laminy wzrostu, formacja La Meseta (eocen), Wyspa Seymour.

dzaje *Ceriopora* i *Reptomulticava* zaś rząd Cheilostomata rodzaje *Porella* i *Osthimosia* (por. Ryc. 2). Oprócz sferycznych kolonii wielowarstwowych występują tutaj także kolonie inkrustujące, wzniesione, liściaste, gałazkowe i siateczkowate z rodzajów *Hornera*, *Reticrescis*, *Aspidostoma* i *Reteporella* (Ryc. 2). To masowe występowanie kolonii wielowarstwowych jest znamienne dla dolnej części formacji La Meseta (GAŹDZICKI i HARA 1994, HARA 1997a, b). Wielowarstwowość powyższych kolonii można wiązać między innymi z ograniczoną powierzchnią podłoża, na którym rozwijała się bujnie fauna bezkręgowców bentosu osiadłego, stanowiąca dużą konkurencję dla mszywiolów a także z astogenezą, z którą związany jest sposób pączkowania i wzrostu. Ma to również związek z



Ryc. 4. Dwuwarstwowe, liściaste zoarium kolonii mszywiola z rodzaju *Smittina*, $\times 4$, formacja La Meseta (eocen), Wyspa Seymour.

zubożenie faun (ZINSMEISTER 1991, GAŹDZICKI i współaut. 1992, GAŹDZICKI praca w tym zeszycie KOSMOSU). Fakty te poparte są również badaniami paleoflorystycznymi, dokumentującymi znaczący spadek w zróżnicowaniu paleoflory w górnej części profilu formacji La Meseta (ASKIN 1988, 1997, DOKTOR i współaut. 1996).

Eoceńska fauna mszywiolów Wyspy Seymour ma charakter endemiczny, typowy dla Antarktyki, a także zawiera nieliczne gatunki wspólne dla Ameryki Południowej i Australii (MOYANO 1996), co potwierdza związki paleobiogeograficzne w obrębie kontynentów Półkuli Południowej.

OLIGOCENŃSKO-MIOCENŃSKIE MSZYWIOŁY WYSPY KRÓLA JERZEGO

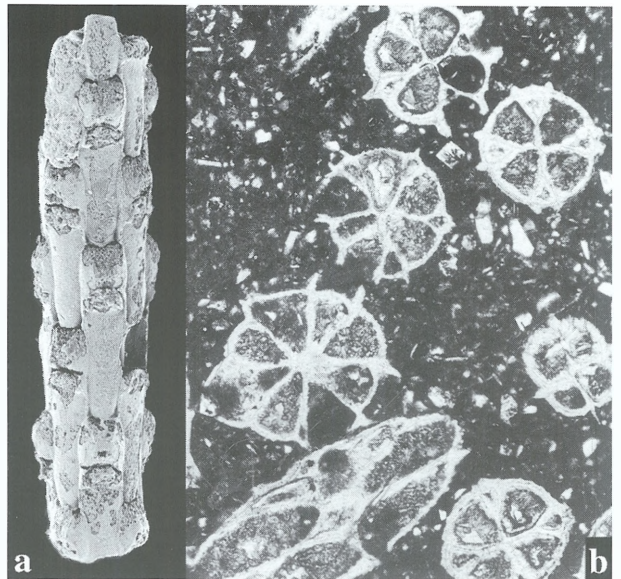
Wyraźnie zróżnicowany taksonomicznie zespół mszywiolów został udokumentowany w morsko-lodowcowych osadach oligoceńskiej formacji Polonez Cove na Wyspie Króla Jerzego w archipelagu Szetlandów Południowych (GAŹDZICKI i PUGACZEWSKA 1984, HARA 1992). Powstanie tych utworów związane jest ze zlodowaceniem Polonez datowanym na 32–30 mln lat (BIRKENMAJER 1987, 1992, art. w tym numerze KOSMOSU).

licznych kolonii inkrustujących mszywiolów można spotkać także, kolonie masywne, siateczkowate, wzniesione oraz bardzo delikatne kolonie z rodzaju *Crisia* (Ryc. 5). Z przeprowadzonej analizy paleoekologicznej, obecność wyżej wymienionych form kolonii może świadczyć o sublitoralnym, burzliwym środowisku sedymentacji, co jest zgodne z interpretacją sedymentologiczną utworów formacji Polonez Cove (GAŹDZICKI 1984, PORĘBSKI i GRADZIŃSKI 1987).



Ryc. 5. Kolonie mszywiola z rodzaju *Crisia*, formacja Polonez Cove (oligocen), Wyspa Króla Jerzego: a, c — *Crisia* sp., $\times 50$; b — *Crisia* cf. *elongata*, $\times 45$.

W przeciwieństwie do zespołu mszywiolów z Wyspy Seymour oligoceński zespół mszywiolów z Wyspy Króla Jerzego, choć tak samo bogaty taksonomicznie, zdecydowanie różni się w charakterze form morfologicznych kolonii (GAŹDZICKI i PUGACZEWSKA 1984). Jego cechą jest przeważająca obecność inkrustujących form kolonii. Obecność tego typu kolonii jest związana między innymi z masowym występowaniem muszli *Chlamys*, które dostarczyły, obfitego i bardzo wygodnego twardego podłoża dla tych osiadłych, inkrustujących organizmów. Oprócz



Ryc. 6. Kolonie mszywiola z rodziny Calwelliidae, formacja Cape Melville (dolny miocen), Wyspa Króla Jerzego: a — ogólny pokrój kolonii, $\times 25$; b — przekroje poprzeczne, $\times 38$.

Może na to również wskazywać obecność wzniesionych kolonii *Crisia*, które dzięki swoim elastycznym szkieletom są odporne na silne falowanie. Również na Wyspie Króla Jerzego, w morsko-lodowcowych osadach miocenej formacji Cape Melville na Przylądku Melville, rozpoznany został kolejny zespół fauny mszywiolowej. Występuje on tutaj podrzędnie w stosunku do innych zespołów biotycznych i reprezentują go kolonie z rodzajów *Aspidostoma* i *Cellaria* oraz pojedyncze zoaria mszywiola z rodziny Calwelliidae (Ryc. 6). Ten zespół zasiedlał głębszą strefę zewnętrznego szelfu, bądź górną część stoku kontynentalnego (zob. HARA 1994).

PLIOCEŃSKIE MSZYWIOŁY WYSPY COCKBURN

Godnym uwagi jest występowanie plioceńskiego zespołu mszywiolów w stratotypowym profilu zlepieńca pektenowego Wyspy Cockburn w pobliżu Półwyspu Antarktycznego. Jest on pierwszym kopalnym zespołem mszywiolów opisanym z Antarktyki (HENNIG 1911). Zespół ten złożony z 12 gatunków z fauną towarzyszącą okrzemek i otwornic zawiera głównie jednowarstwowe, rzadziej dwuwarstwowe mszywioly inkrustujące. Te formy kolonii świadczą o płytkowodnym środowisku sedimentacji. Ta antarktyczna, endemiczna płytkowodna fauna jest

IMPLIKACJE

Antarktyda znajduje się obecnie w okresie zlodowacenia, a współczesne fauny mszywiolów stanowią znaczący składnik biotyczny na szelfach wokółantarktycznych. Przedstawiona kenozoiczna (od eocenu po pliocen) fauna mszywiolowa występowała w Antarktyce w zróżnicowanych ekosystemach morskich, od umiarkowanie ciepłych z temperaturą ok. 15°C, do okresów glacialnych i interglacialnych, których warunki były zbliżone do współczesnego reżimu klimatycznego Antarktyki. Fauna ta należała do biogeograficznej prowincji weddelliańskiej (ZINSMEISTER 1982, CASE 1989, MOYANO 1996). Wyróżnia ją obecność spokrewnionych zespołów biotycznych w rejonach rozciągających się od krańców Ameryki Południowej przez obrzeża kontynentu antarktycznego aż do Australii. Fauny mszywiolów mają swój najstarszy kenozoiczny zapis paleontologiczny w utworach eocenu Wyspy Seymour, a na sąsiednich kontynentach, stanowiących w przeszłości superkontynent Gondwany (zob. Ryc. 7), znajduwane są w młodszych wiekowo osadach, co wskazuje na kierunki ich migracji. Współczesna antarktyczna fauna mszywiolów posiada trzy główne cechy takie jak gigantyzm, polimorfizm i endemizm.

związana z plioceńskim okresem interglacialnym w Antarktyce datowanym na ok. 2.5 mln lat (GAŻDZICKI i WEBB 1996).



1 — □ 2 — △ 3 — ○ 4 — ●

Ryc. 7. Występowanie mszywiolów w utworach trzeciorzędu na Półkuli Południowej. Taksony: 1. *Reticrescis patagonica* (Ortmann), 2 — *Crassohornera* Waters, 3 — *Reptomulticava* d'Orbigny, 4 — *Cellaria rigida* MacGillivray. Pozycje kontynentów z późnego eocenu. Mapa według WRENNIA i HARTA, 1988.

Znamienne jest to, że cechy te dokładnie odzwierciedla między innymi eoceńska fauna mszywiolów Wyspy Seymour. Endemizm gatunkowy wśród wielu grup faunistycznych we współczesnych biotopach Antarktyki osiąga 57–90% i jest bardzo istotną cechą, ponieważ ustala stopień faunistycznej izolacji i próbuje odtworzyć ewolucyjną historię grupy (por. ZINSMEISTER i FELDMANN 1984, GALLARDO 1987).

CENOZOIC BRYOZOANS OF WEST ANTARCTICA

Summary

Bryozoa, and especially the Cheilostomata, are undoubtedly a major part of the marine benthic community over the large areas of the Antarctic continental shelf. Together with sponges and polychaete worms they are the most significant occupiers of space and their skeletons comprise the larger part of the sea bottom sediments. The geological history of bryozoans stretches back to the early Ordovician. The late Cretaceous, entitled a spectacular diversification of the Cheilostomata the dominant bryozoans of the present day. The bryozoan assemblages are rich

and diversified in the marine and glacio-marine sediments of Cenozoic strata of West Antarctica. The richest bryozoan-bearing strata are recognized in the Eocene La Meseta Formation on Seymour Island, Antarctic Peninsula. The lowermost unit of the formation is rich in massive, hemispherical and fungi-shaped colonies among which the majority show the clear multilamellar growth. Focus upon the bryozoan growth-forms has revealed that the prevailing abundance of the multilamellar colonies indicates the shallow marine setting and strong hydrodynamic conditions.

The upper part of the formation show the drastic poverty of bryozoan fauna. These very distinctive differences between the lower and the upper part of the formation suggest the different paleoenvironmental conditions connected with the climatic cooling event at the time of deposition of the upper part. The most taxonomically diversified bryozoan assemblage has been recorded from the Oligocene Polonez Cove Formation and the Lower Miocene Cape Melville Formation on King George Island, South Shetland Islands. The bryozoan assemblage composed of encrusting forms of

colonies from the Pliocene *Pecten* Conglomerate of Cockburn Island, Antarctic Peninsula was the first fossil bryozoans described from Antarctica. The Eocene-Pliocene bryozoan fauna and biotic composition were connected with differentiated paleoclimatic conditions. The richness of studied bryozoan assemblages may suggest the favourable condition of life for benthic communities during the final breaking up of Gondwanaland and the appearance of Tertiary continental glaciations in West Antarctica.

LITERATURA

- ANDROSOVA E. I., 1973. *Bryozoa Cheilostomata (Anasca) of the Antarctic and Subantarctic*. [W:] *Living and fossil Bryozoa*. LARWOOD G.P. (red.), Academic Press, London-New York. str. 369-373.
- ASKIN R. A., 1988. *Campanian to Paleocene palynological succession of Seymour and adjacent islands, north-eastern Antarctic Peninsula*. [W:] *Geology and Paleontology of Seymour Island, Antarctic Peninsula*. FELDMANN R.M., WOODBURN M.O. (red.), Geol. Soc. America, Memoir. 169, 131-153.
- ASKIN R. A., 1997. *Eocene - ?Earliest Oligocene terrestrial Palynology of Seymour Island Antarctica*. [W:] *The Antarctic Region: Geological Evolution and Processes*. RICCI C.A. (red.), str. 993-996.
- BIRKENMAJER K., 1987. *Oligocene - Miocene glacio-marine sequences of King George Island (South Shetland Islands), Antarctica*. [W:] *Palaeont. Results Polish Antarctic Exped., II*. GAŻDZICKI A. (red.), Palaeont. Polon. 49, 9-36.
- BIRKENMAJER K., 1992. *Cenozoic glacial history of the South Shetland Islands and northern Antarctic Peninsula*. [W:] *Geología de la Antártida Occidental, Simposios T. 3. - III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología Salamanca*. LOPEZ-Martinez J. (red.), España. 251-260.
- BULLIVANT J.S., 1969. *Bryozoa*. Antarctic Map Folio Ser. 11, 22-23.
- CASE J.A., 1989. *Antarctica: the effect of high latitude heterochrony on the origin of the Australian marsupials*. [W:] *Origins and Evolution of the Antarctic Biota*. CRAME J.A. (red.), Geol. Soc. Spec. Publ. 47, 217-226.
- DOKTOR M., GAŻDZICKI A., JERZMAŃSKA A., POREBSKI S. J., ZASTAWIAK E., 1996. *A plant-and-fish assemblage from the Eocene La Meseta Formation of Seymour Island (Antarctic Peninsula) and its environmental implications*. [W:] *Palaeont. Results Polish Antarctic Exped., II*. GAŻDZICKI A. (red.), Palaeont. Polon. 55, 127-146.
- GALLARDO V.A. 1987. *The sublittoral macrofaunal benthos of the Antarctic shelf*. Environment International. 13, 71-81.
- GAŻDZICKI A., 1984. *The Chlamys coquinas in glacio-marine sediments (Pliocene) of King George Island, West Antarctica*. Facies. 10, 145-152.
- GAŻDZICKI A., PUGACZEWSKA H., 1984. *Biota of the „Pecten Conglomerate” (Polonez Cove Formation, Pliocene) of King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Studia Geol. Polon. 79, 59-120.
- GAŻDZICKI A., HARA U., 1994. *Multilamellar bryozoan colonies from the Eocene La Meseta Formation of Seymour Island, Antarctica: a preliminary account*. Studia Geol. Polon. 104, 105-116.
- GAŻDZICKI A., WEBB P. N., 1996. *Foraminifera from the Pecten Conglomerate (Pliocene) of Cockburn Island, Antarctic Peninsula*. [W:] *Palaeont. Results Polish Antarctic Exped., II*. GAŻDZICKI A. (red.), Palaeont. Polon. 55, 147-174.
- GAŻDZICKI A., GRUSZCZYŃSKI M., HOFFMAN A., MAŁKOWSKI K., MARENSSI S. A., HALAS S., TATUR A., 1992. *Stable carbon and oxygen isotope record in the Paleogene La Meseta Formation, Seymour Island, Antarctica*. Antarctic Science. 4, 461-466.
- HARA U., 1992. *Cyclostomatous Bryozoa from the Polonez Cove Formation (Oligocene) of King George Island, West Antarctica*. Polish Polar Res. 13, 255-263.
- HARA U., 1994. *Bryozoan assemblage from the Lower Miocene Cape Melville Formation of King George Island, West Antarctica*. XXI Polar Symposium. Warszawa. 31-32.
- HARA U., 1997a. *Bryozoan Assemblages from the La Meseta Formation (Eocene) of Seymour Island, Antarctic Peninsula*. [W:] *The Antarctic Region: Geological Evolution and Processes*. RICCI C.A. (red.), 1001-1006.
- HARA U., 1997b. *Tertiary bryozoans of West Antarctica and their ecological and biogeographical implications*. Polish Polar Studies, 24th Polar Symposium, Warszawa. 115-140.
- HASTINGS A. B., 1943. *Polyzoa (Bryozoa)*. 1. *Scrupocellariidae, Epistomiidae, Farciminariidae, Bicellariellidae, Aeteidae, Scrupariidae*. Discovery Reports. 32, 301-510.
- HAYWARD P. J., 1995. *Antarctic Cheilostomatous Bryozoa*. Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo. 1-355.
- HAYWARD P., TAYLOR P. D., 1984. *Fossil and Recent Cheilostomata (Bryozoa) from the Ross Sea, Antarctica*. Nat. Hist. 18, 71-94.
- HENNIG A., 1911. *Le conglomerat Pleistocene à Pecten de île Cockburn*. Wiss. Ergebn. Schwed. Südpolar-Exped. 1901-1903, Stockholm. 3, 1-74.
- MOYANO G. H. I., 1996. *Holocene bryozoan links between Australia, New Zealand, Southern South America and Antarctica - a preliminary evaluation*. [W:] *Bryozoans in Time and Space*. GORDON D. P., SMITH A. M., GRANT-MACKIE J. A. (red.), NIWA Wellington. 207-219.
- POREBSKI S. J., GRADZIŃSKI R., 1987. *Depositional history of the Polonez Cove Formation (Oligocene), King George Island, West Antarctica: a record of continental glaciation, shallow - marine sedimentation and contemporaneous volcanism*. Studia Geol. Polon. 93, 7-62.
- RISTEDT H., 1995. *Die Bryozoen-Fauna der östlichen Weddell-See*. Berichte zur Polarforschung. 155, 75-78.
- ROGICK M. D., 1956. *Bryozoa of the United States Navys 1947-1948 Antarctic Expedition, I-IV*. Proceedings of the U.S. National Museum. 105, 221-317.
- ROGICK M. D., 1959. *Studies on marine Bryozoa*. XI. *Antarctic Osthimosiae*. Ann. New York Acad. Sci. 79, 2: 9-42.
- ROGICK M. D., 1965. *Bryozoa in the Antarctic*. [W:] *Biogeography and Ecology in Antarctica*. VAN OYE P., VAN MIEGHEM J. (red.), Monographie Biologicae. 15, 401-413.
- SMITH A. M., 1995. *Palaeoenvironmental interpretation using bryozoans: a review*. [W:] *Marine palaeoenvironmental analysis from fossils*. BOSENCE D. W. J., ALLISON P. A. (red.), Geol. Soc. Spec. Pub. 83, 231-243.
- STACH L.W. 1936. *Correlation of zoarial form with habitat*. Jour. Geol., Chicago. 44, 60-65.

- WATERS A.W., 1904. *Bryozoa, Resultats du Voyage du S.Y. "Belgica" en 1897-99*. Zoologie, 1-114.
- WRENN J. H., HART G. F. 1988. *Paleogene dinoflagellate cyst biostratigraphy of Seymour Island, Antarctica*. [W:] *Geology and Palaeontology of Seymour Island, Antarctic Peninsula*. FELDMANN R. M., WOODBURN M. O. (red.), Geol. Soc. America, Memoir. 169, 321-447.
- ZINSMEISTER W. J. 1982. *Late Cretaceous-Early Tertiary molluscan biography of the southern circum-Pacific*. Journ. Paleont. 56, 84-102.
- ZINSMEISTER W. J., 1991. *Review of the biogeographic history of Seymour Island molluscan faunas: a look at climate changes in the high southern latitudes during the Late Cretaceous and Early Tertiary*. International Conference on the Role of the Southern Ocean and Antarctica in Global Change: An Ocean Drilling Perspective. 28-31 August, 1991 Santa Barbara (California). Abstracts, 70.
- ZINSMEISTER W. J., FELDMANN R. M., 1984. *Cenozoic high latitude heterochrony of Southern Hemisphere marine faunas*. Science. 224, 281-283.