

JANINA SZCZECHURA, EWA OLEMPKA-RONIEWICZ

Instytut Paleobiologii PAN

al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

MAŁŻORACZKI A PALEOGEOGRAFIA

MAŁŻORACZKI SĄ SKORUPIAKAMI

Małżoraczki są drobnymi organizmami (na ogół nie przekraczającymi długości 2 mm) należącymi do skorupiaków, wyodrębnionymi spośród nich w 1806 roku przez francuskiego badacza, Latreille'a, pod nazwą Ostracoda. Ich ranga systematyczna zmieniała się w czasie, ale obecnie zwykle zalicza się je do gromady. Znane są ze wszystkich typów środowisk wodnych, począwszy od dna oceanów a skończywszy na dnach jezior. Znani są też ich współcześni przedstawiciele żyjący, na przykład, w gorących źródłach, wilgotnej ściółce leśnej, bądź w krótkotrwałych śródlądowych zbiornikach wodnych. Reprezentują one głównie formy bentosowe, żyjące przy dnie zbiorników wodnych, gdzie poruszają się mało aktywnie, ale są znane też formy żyjące w osadzie dennym, tak zwane formy interstycjalne, i formy planktoniczne. Ich rozprzestrzenienie zależy od zasolenia, temperatury, głębokości zbiornika, typu podłoża, ilości i charakteru pożywienia i innych czynników. Jednocześnie są one bardzo wrażliwe na wszelkie zmiany środowiska.

Ciało małżoraczek, na ogół bocznie spłaszczone, jest pokryte wapiennym pancerzykiem, złożonym z dwóch podobnych skorupiek, połączonych za życia zwierzęcia wzdłuż brzegu grzbietowego. Podobnie jak inne skorupiaki rozwijają się z jaja i w rozwoju osobniczym przechodzą kilka wylinek, w trakcie których zrzucają stary pancerzyk. Nie mają pelagicznej larwy. Jaja małżoraczek (zwłaszcza słodkowodnych cypridów) są wyjątkowo odporne na wysychanie i zniszczenie, co umożliwia przetrwanie i szerokie rozprzestrzenienie ich populacji; jaja są roznoszone między innymi przez wiatr i ryby. Z kolei prądy morskie umożliwiają rozległe zasięgi geograficzne małżoraczek morskich.

Małżoraczki są znane od kambry (tj. od 570 mln lat) do dziś i uważa się, że do karbonu żyły wyłącznie w morzach, natomiast później pojawiły się także w zbiornikach słodkowodnych. Obejmują gatunki szybko ewoluujące, zwłaszcza w basenach epikontynentalnych, a także formy długotrwałe, charakterystyczne dla określonych mas wodnych związanych z oceanami. Do dzisiaj wyróżniono kilkadziesiąt tysięcy gatunków i — zwłaszcza u współczesnych form — dość dobrze poznano ich związki z otoczeniem i wydzielono zespoły charakterystyczne dla różnych typów środowiska.

Wymienione wyżej właściwości biologiczne i paleontologiczne małżoraczków powodują, że ich szczątki, to jest kompletne pancerzyki bądź pojedyncze skoprupki, są częstym składnikiem mikrofauny (tafocenozy) znajdowanej w osadach różnego pochodzenia, zarówno współczesnych, jak i kopalnych i są wykorzystywane dla określenia ich wieku oraz dla interpretacji ich (paleo)środowiska, umożliwiające rekonstrukcje paleogeograficzne. Te ostatnie mają na celu nie tylko ustalenie granic pomiędzy różnymi środowiskami fizycznymi, ale też odtworzenie ich dynamiki.

ZASTOSOWANIE W INTERPRETACJI PALEOGEOGRAFII

Dobra znajomość zależności rozprzestrzenienia współczesnych małżoraczków morskich od ich warunków środowiskowych, zwłaszcza temperatury, pozwala dość dokładnie interpretować warunki środowiskowe małżoraczków — nieodzowne dla ocen paleogeograficznych — aż do wczesnego paleogenu wstecz, od kiedy to istnieje (podobne jak dziś) rozwarstwienie wód oceanicznych, to jest pojawienie się głębokich i zimnych wód, tak zwanych psychrosferycznych, podścielających ciepłe warstwy powierzchniowe, tak zwane termosferyczne. Uważa się, że wcześniejsze oceany, a zwłaszcza od permu do górnego eocenu (260–38 mln lat temu) były wyłącznie termosferyczne, co było wynikiem braku zlodowaceń w tym czasie. Obecnie temperatura wody mórz i oceanów zależy nie tylko od głębokości ale także szerokości geograficznej.

Zamierzone i udane próby interpretacji paleogeografii w oparciu o małżoraczki, znane zwłaszcza od lat 60. naszego wieku, dotyczą zarówno paleogeografii na kontynentach, jak i rozkładu kontynentów, bądź bloków kontynentalnych, to jest paleogeografii kontynentalnej, inaczej zwaną mega-paleogeografią.

Istnieją liczne przykłady interpretacji paleogeografii na obecnych i starych kontynentach w oparciu o małżoraczki, w tym rekonstrukcje charakteru i zasięgu dawnych zbiorników śródlądowych i morskich basenów epikontynentalnych. Mają one jednak na ogół znaczenie lokalne bądź regionalne. Bardziej spektakularnych przykładów dostarcza zastosowanie omawianych mikroorganizmów do ustaleń w zakresie mega-paleogeografii.

Rozpoznanie i badania porównawcze kontrolowanych przez środowisko ekotypów małżoraczkowych, służące do celów korelacji i rozpoziomowania warstw skalnych, okazały się niezwykle przydatne do rekonstrukcji map paleogeograficznych i kierunków migracji fauny małżoraczkowej w paleozoiku (kambr–perm).

W utworach paleozoiku wyróżnionych zostało kilka głównych ekotypów małżoraczkowych. W osadach dewonu i karbonu Europy BANDEL i BECKER (1975), oraz BECKER i BLESS (1990) wydzielili trzy ekotypy małżoraczkowe — ekotyp „Eifelski” z fauną występującą w stosunkowo płytkich szelfowych wodach o wysokiej energii środowiska, ekotyp „Turyngijski” występujący w środowisku o niskiej energii i głębszych wodach oraz ekotyp „Entomozoidowy” oparty o małżoraczki planktoniczne, wskazujący na głębsze wody otwartego morza. Badania nad asocjacjami małżoraczkowymi i ich znaczeniem paleogeograficznym zostały uzupełnione przez wydzielenie odpowiadających im ekotypów

z wczesnego paleozoiku Ameryki Północnej (BERDAN 1990) i paleozoiku Chin (WANG 1988).

Porównania ekotypów ze zbliżonych środowisk pozwoliły w wielu przypadkach na uzupełnienie bądź weryfikację map paleogeograficznych sporządzanych głównie w oparciu o dane paleomagnetyczne.

Wczesnopaleozoiczne fauny małżoraczkowe dostarczyły wielu interesujących danych odzwierciedlających przemiany biogeograficzne związane z wędrówką kontynentów.

Dane paleomagnetyczne wskazują, że we wczesnym paleozoiku większość dzisiejszej Europy była oddzielona od Północnej Ameryki przez ocean zwany oceanem Iapetus o przypuszczalnej szerokości około 3000 km (rys. 1). Oddzielał on dwie płyty kontynentalne — Laurentię (w skład której wchodziła między innymi Północna Ameryka bez Kordylierów, Meksyku i Florydy) od kontynentu zwanego Baltica (obejmującego Europę od Warszawy po Ural). Paleontolodzy niezależnie testowali na różnych grupach zwierząt obecność powiązań faunistycznych między tymi dwoma kontynentami. We wczesnym ordowiku (około 500 mln lat temu) w zbiornikach epikontynentalnych na kontynentach Laurentia, Baltica i Gondwana gwałtownie rozwijały się fauny małżoraczkowe dające



Rys. 1. Przypuszczalne położenie kontynentów w środkowym ordowiku (cieniowanie kostkowe wskazuje obszary mórz epikontynentalnych i sedimentację wapienną, cieniowanie poziome wskazuje regiony, z których jest znana jedynie sedimentacja utworów klastycznych) (wg DZIKA i PISERY 1994).

początek większości współczesnych grup małżoraczkowych. Nie występowały wtedy odpowiedniki późniejszych (trzeciorzęd–dziś) głębokowodnych (psychrosferycznych) faun małżoraczkowych a pierwsze bardziej głębokowodne zespoły typu „Turyngijskiego” są znane dopiero od późnego ordowiku. Płytkowodne ordowickie małżoraczki po obydwu stronach oceanu Iapetus są zdecydowanie odmienne, co wskazuje na obecność szerokiej bariery oceanicznej uniemożliwiającej ich migrację. Istniejący od lat pogląd o całkowitej endemiczności północnoamerykańskich i europejskich ordowickich faun małżoraczkowych został częściowo podważony przez SCHALLREUTERA i SIVETERA (1985), którzy wykazali, że istnieją rodzajowe lub nawet gatunkowe powiązania pomiędzy faunami na kontynentach Laurentia i Baltica w ordowiku. Świadczyć to może według tych autorów o znacznie mniejszych odległościach pomiędzy Laurentią i Baltyką niż dotychczas uważano; inną możliwością jest też znacznie mniejsza głębokość istniejącego oceanu lub obecność licznych wysp ułatwiających migrację fauny.

Podobieństwa faun małżoraczkowych pomiędzy epikontynentalnymi zbiornikami płyt Laurentia i Baltica wzrastają podczas ordowiku potwierdzając dane paleomagnetyczne o ich zbliżaniu się w czasie ordowiku i syluru.

Po głębokim kryzysie na przełomie ordowiku i syluru, spowodowanym zlodowaceniem na półkuli południowej, małżoraczki odradzały się powoli w najniższym sylurze, szybko osiągając ogromne zróżnicowanie, szczególnie wśród form należących do rzędu Palaeocopida.

Małżoraczki odegrały niezwykle istotną rolę w odtwarzaniu paleogeografii i powiązań faunistycznych między różnymi obszarami w sylurze i dolnym dewonie. W landowerze (wczesny sylur) zostały wyróżnione przez BERDAN (1990) trzy prowincje małżoraczkowe oparte o występowanie form należących do beyrichidów (Palaeocopida) i form z rzędu Metacopida: prowincja wschodniej Laurentii (Cordilleran), zachodniej Laurentii (Appohimchi) i południowej części kontynentu Baltica (Baltic-British); rozciągały się one pomiędzy równoleżnikami 30° S i 30° N i odpowiadały jednostkom biogeograficznym wydzielonym na podstawie ramienionogów i koralów. Wymienione prowincje małżoraczkowe obejmowały znaczne obszary i utrzymały się przez cały sylur.

We wczesnym dewonie prowincjonalizm małżoraczków staje się mniej wyraźny, co było spowodowane zamknięciem oceanu Iapetus. Konsolidacja płyt Laurentia i Baltica miała miejsce w późnym sylurze (410 mln lat temu). Powstał nowy kontynent Laurussia.

Głównymi przyczynami prowincjonalizmu faun małżoraczkowych w sylurze według BERDAN (1990) były bariery lądowe i oceaniczne, mniejsze znaczenie przypisuje ona wpływowi temperatury jako czynnikowi kontrolującemu rozprzestrzenienie faun małżoraczkowych.

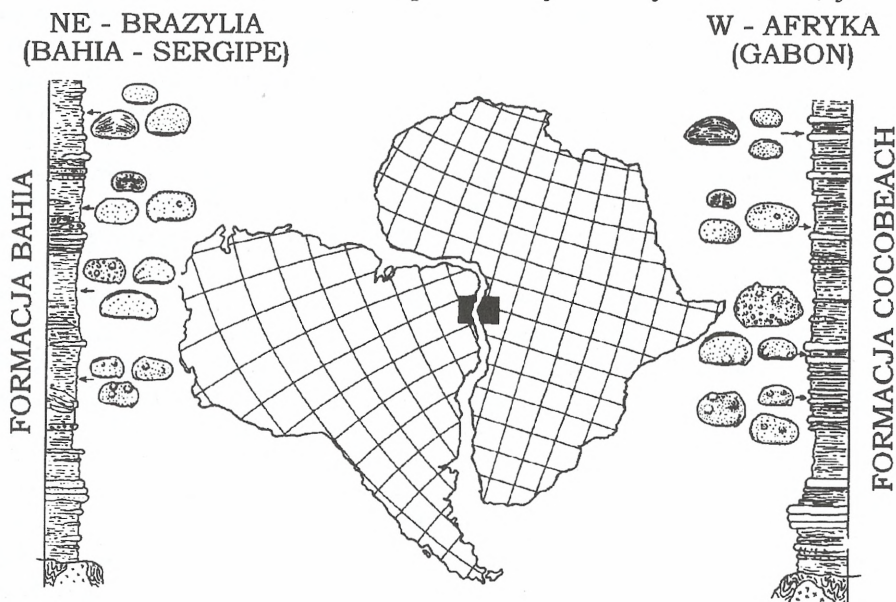
Na początku dewonu prowincjonalizm w wielu grupach zwierzęcych był wysoko rozwinięty, podczas gdy u jego schyłku przeważały fauny kosmopolityczne.

W górnym dewonie i dolnym karbonie w środowiskach o niskiej energii i głębszych wodach rozwijały się szeroko fauny małżoraczkowe typu „Turyngijskiego”, składające się głównie z małżoraczków rzędu Podocopida o skorupkach opatrzonych długimi kolcami (dwie rodziny Tricorninidae i Rectonariidae są ograniczone prawie wyłącznie do tego ekotypu). Również szeroko rozprzestrze-

niały się planktoniczne małżoraczki z rodziny Entomozoidae. Fauny te występują w wielu odsłonięciach późnego dewonu i wczesnego karbonu zachodniej i centralnej Europy (w Hiszpanii, Francji, Niemczech, Polsce), jak również w północnej Afryce (Algieria i Maroko) oraz w południowych Chinach, często z tymi samymi gatunkami w odległych dziś geograficznie rejonach, pozwalając na rekonstrukcję zbiornika Paleotetydy rozciągającego się w tym czasie w regionach tropikalnych.

Dolnokarbońskie zespoły małżoraczków z północnej Europy, reprezentujące nieco bardziej płytkowodne środowiska, zawierające liczne małżoraczki z nadrodzin Bairdiacea, Paraparchitacea i Kloedenellacea mają wiele wspólnych gatunków z równowiekowymi osadami z Platformy Wschodnioeuropejskiej i Platformami Północnoamerykańskimi. Zjawisko to jest tłumaczone pasywnym transportem małżoraczków przez prądy morskie o przebiegu wschód-zachód, płynące z Platformy Wschodnioeuropejskiej przez Europę ku zachodowi. Występowaniu takich prądów sprzyjała paleogeografia z długimi i wąskimi korytarzami morskimi (CRASQUIN-SOLEAU i LETHIERS 1993).

Dla mezozoiku najbardziej znanym przykładem przydatności małżoraczków w rekonstrukcji paleogeografii są badania nad słodkowodnymi małżoraczkami z pogranicza jury i kredy, prowadzone przez niemieckiego mikropaleontologa, KRÖMMELBEINA (1966, 1979), w osadach śródkontynentalnych Afryki Zachodniej, w Gabonie i we wschodnim obrzeżeniu Ameryki Południowej, w północno-wschodniej Brazylii. Autor znalazł we wspomnianych osadach podobne zespoły mikrofauny, to jest liczne wspólne gatunki, dowodząc tym samym, że jeszcze w dolnej kredzie kontynenty te co najmniej na wymienionych obszarach stanowiły wspólny ląd (rys. 2). Rozpoznanie to stanowiło pierwszy znany dowód na dryft kontynentów oraz na to, że południowy Atlantyk, stanowiący obecnie



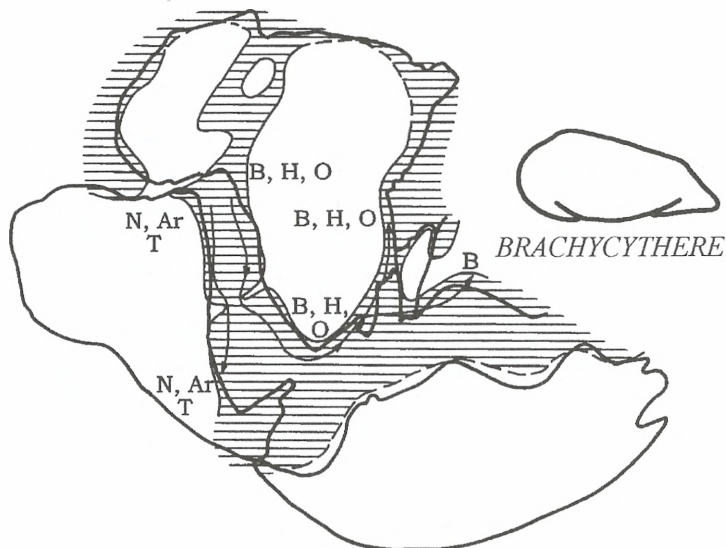
Rys. 2. Podobieństwa słodkowodnych faun małżoraczkowych pomiędzy Ameryką Południową i Afryką na przełomie jury i kredy (wg THENIUSA 1977).

oceaniczną barierę o szerokości kilku tysięcy kilometrów, oddzielającą Amerykę Południową od Afryki, powstał w kredzie środkowej.

Rosyjska mikropaleontolożka, NEUSTRUEVA (1987, 1993), wykorzystała zmiany zasięgów wybranych zespołów małżoraczków słodkowodnych na przełomie paleozoiku i mezozoiku dla ustalenia paleogeografii ówczesnych kontynentów i określenia właściwości ówczesnych basenów. Na podstawie występowania badanych grup małżoraczków w karbonie (300 mln lat temu) stwierdziła, że Syberia, charakteryzująca się małżoraczkami nadrodziny Cytheracea, Kazachstan z małżoraczkami zdominowanymi przez przedstawicieli Darwinulacea i Europo-Ameryka z Carbonitacea stanowiły wówczas izolowane kontynenty. Wzrost podobieństwa małżoraczków, w tym taksonów nawet na poziomie niskich kategorii systematycznych, na granicy permu i triasu (na wspomnianych obszarach) sugeruje kształtowanie się wówczas wspólnego, starego superkontynentu, tak zwanego Pangei. Względnie podobne asocjacje jurajskie złożone z przedstawicieli *Darwinula* i *Timiriasevia*, charakterystyczne dla Euroazji sugerują monotonne, naturalne środowiska będące pod wpływem klimatu wilgotnego. Raptowna zmiana biofacji małżoraczków w dolnej kredzie, charakteryzujących się dominacją *Cypridea*, wskazuje na działalność tektoniczną, prawie powszechną regresję i suchy klimat. Ta rozległa regresja i suchy klimat na niektórych kontynentach (Ameryka Północna, Ameryka Południowa i Azja) przetrwały aż do górnej kredy. Charakterystyczna dla zespołów małżoraczków tych obszarów *Cypridea* i charakterystyczne dla niej formy towarzyszące zostały znalezione w górnej kredzie Argentyny, USA, Chin i Mongolii; w tej ostatniej między innymi przez polsko-mongolską ekspedycję na pustynię Gobi, mającą na celu głównie poszukiwania szczątków dinozaurów.

Inny przykład stanowią liczne opracowania morskich małżoraczków późnomezozoicznych z obszaru południowej Gondwany, to jest starego superkontynentu obejmującego obecną Amerykę Południową, Falklandy, Afrykę, Madagaskar, Indie i Australię. Dingle — badacz z Południowej Afryki — podjął się syntezy wyników tych prac, opracowując mapy pokazujące ewolucję geografii południowej hemisfery. DINGLE (1988) w oparciu o czasoprzestrzenną analizę małżoraczków rozpoznanych w młodszym mezozoiku (od jury środkowej do górnej kredy) w południowej Gondwanie, wydzielił zespoły charakterystyczne dla różnych okresów poszczególnych rejonów badanego superkontynentu (Gondwany). To (m.in.) pozwoliło mu ustalić kolejne fazy rozpadu południowej Gondwany, w tym powstanie przylegających (pra)oceanoów. Na rysunku 3 podano przedruk mapki pokazującej fazę rozpadu południowej Gondwany w górnej kredzie (80 mln lat temu). Na uwagę zasługuje transsaharyjski obszar morski w Afryce i bliskie wzajemne położenie zachodniej części Afryki i Ameryki Południowej.

McKenzie z Australii w licznych opracowaniach (np. MCKENZIE 1986, 1991) przedstawił ogólny pogląd na rozwój paleogeografii Ziemi, od wczesnego paleozoiku do późnego neogenu, kiedy to ukształtowała się współczesna konfiguracja kontynentów, okalających je morze i/lub oceanów, zarówno w oparciu o małżoraczki słodkowodne, jak i morskie. Pogląd ten zmieniał się w miarę poznawania małżoraczków w ogóle a ich środowiska i rozprzestrzenienia geograficznego w czasie w szczególności.



Rys. 3. Paleogeografia południowej Gondwany w górnej kredzie i rozprzestrzenienie zespołów małżoraczków na poszczególnych blokach kontynentalnych: Ar — *Anticythereis*, B — *Brachycythere*, H — *Haughtonileberis*, N — *Nigeria*, O — *Oertliella*, T — *Togoina* (wg DINGLA 1988).

W POLSCE

Małżoraczki kopalne, zarówno paleozoiczne jak i po-paleozoiczne, Polski przyczyniły się także do ustaleń paleogeograficznych na jej obszarze.

Jednym z przykładów przydatności małżoraczków w rekonstrukcjach paleogeograficznych wczesnego paleozoiku jest opracowanie zespołu małżoraczków i innej fauny ordowickiej z Masywu Małopolskiego (DZIK i współaut. 1994, OLEMPKA 1994). Masyw Małopolski (w skład którego wchodzi południowa część Gór Świętokrzyskich) w ordowiku był oddzielony od Platformy Wschodnioeuropejskiej (do której należy północno-wschodnia Polska) obszarem wód głębokich. W ordowiku obydwa te obszary znajdowały się na półkuli południowej (rys. 1). Problem jak szeroki był pas głębokich oddzielających je wód interesował paleontologów od dawna. Najnowsze badania paleomagnetyczne (LEWANDOWSKI 1993) wykazały, że Masyw Małopolski w ordowiku nie zajmował obecnej pozycji w stosunku do kontynentu Baltica, lecz znajdował się w dzisiejszej pozycji Krymu i wolno wędrował na północ. W arenigu (wczesny ordowik) znajdował się około 60° szerokości południowej, osiągając 10° S w późnym sylurze. Badania nad małżoraczkami potwierdziły znaczną odmienność faun Masywu Małopolskiego i obszaru Platformy Wschodnioeuropejskiej potwierdzając dane paleomagnetyczne.

Niezwykle bogate fauny małżoraczkowe reprezentujące ekotyp „Turyngijski” i „Entomozoidowy” z górnego dewonu i dolnego karbonu Gór Świętokrzyskich w znacznym stopniu przyczyniły się również do rekonstrukcji głębszego zbiornika w obszarze Paleotetydy (OLEMPKA 1979). Zawierają one wiele gatunków

wspólnych z innymi obszarami, poczynszy od północnej Afryki przez zachodnią Europę aż do Chin.

Małżoraczki górnokredowe Niżu Polskiego pozwoliły ustalić rozległość ówczesnego morza epikontynentalnego, obejmującego — poza Polską pozakarpaczką — prawie całą północno-zachodnią Europę i część wschodniej Europy (SZCZECURA 1965). Znalezione w osadach kredy piszącej formy preferujące wody oceaniczne (np. *Trachyleberidea*, *Phacorhabdotus* i *Saida*), w tym gatunków — poza Polską — obecnych w tym czasie także między innymi w Ameryce Północnej, wskazują na możliwość wymiany wspomnianej mikrofauny pomiędzy wymienionymi obszarami.

Małżoraczki paleogenu (paleocenu i eocenu) Niżu Polskiego wykazały kurczenie się ku południowi i wypływanie ówczesnego morza na tym obszarze, jednakże z zachowanym stałym połączeniu z basenami północno-zachodniej Europy i wschodniej Europy, zwłaszcza Ukrainy. Powyższe wnioski nawiązują jednak do mniej lub więcej równoległe prowadzonych badań paleogeograficznych prowadzonych w oparciu o otwornice i nie wydają się odkrywcze. Ciekawsze wydają się wyniki badań nad środkowomiocenijskimi (12–15 mln lat temu) małżoraczkami z południowej Polski, to jest Zapadliska Przedkarpacciego, obszaru morskiego obrzeżającego w tym czasie od północy Karpaty. Obszar ten należał do tak zwanej Paratetydy Centralnej i — łącznie z pozostałymi obszarami Paratetydy — objęty był morzem, będącym pozostałością wcześniejszego morza typu oceanicznego, zwanego Tetydą. Tetyda co najmniej do paleogenu obejmowała znaczne obszary Europy, w tym obszar obecnego Morza Śródziemnego, i łączyła Atlantyk z Indo-Pacyfikiem.

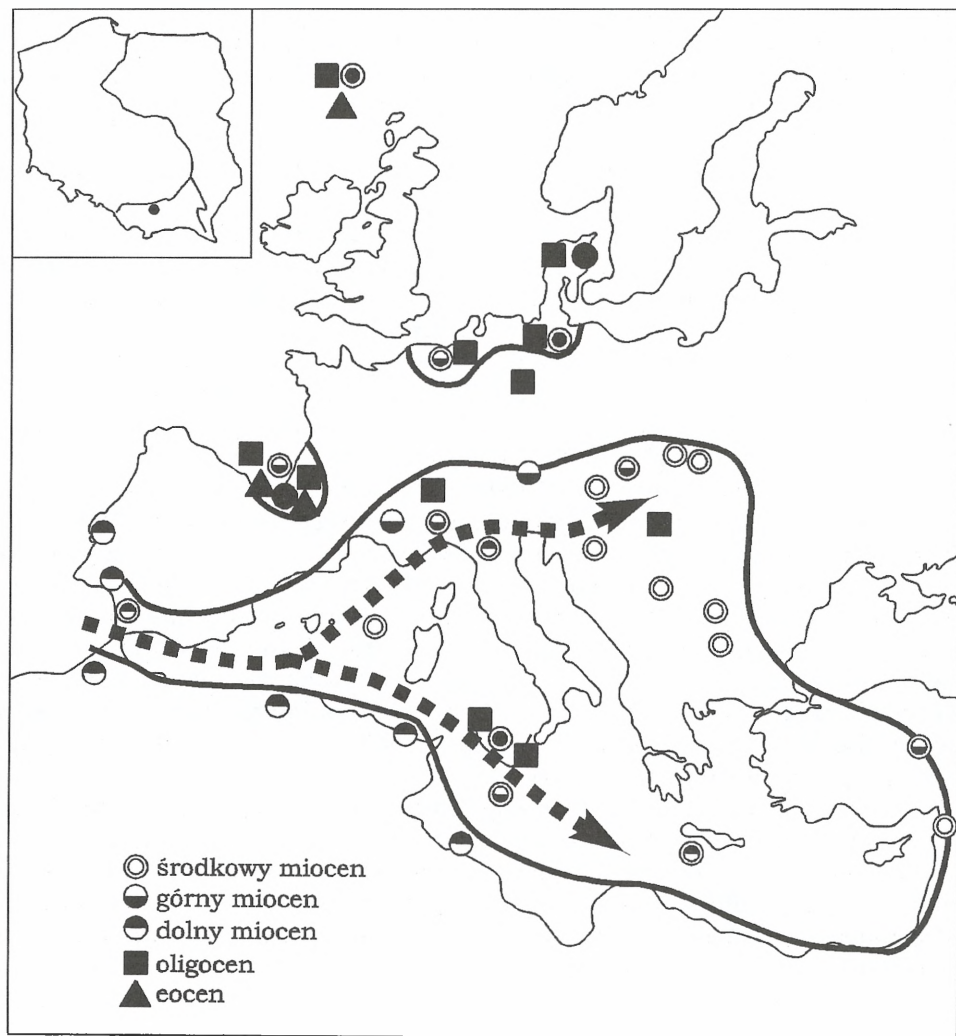
Istnieją różne opinie na temat paleogeografii Europy i przyległych obszarów w neogenie. W skrajnych przypadkach (BRIGGS 1995) uważa się, że już we wczesnym miocenie (10 mln lat temu), w związku z dzwiganie się Alp, Paratetyda (objmująca m.in. obecne Morze Czarne i Morze Kaspijskie) była całkowicie izolowanym morzem, odcięty od Oceanu Indyjskiego i obszaru śródziemnomorskiego; ten ostatni już wówczas był zamknięty na wschodzie, to jest Półwysp Arabski łączył Azję z Afryką. Amerykański badacz BENSON (1976, 1978) uważał (podobnie jak inni autorzy), że w środkowym miocenie istniało połączenie pomiędzy Atlantykiem i obszarem śródziemnomorskim, jednakże wpływ Atlantyku ograniczał się do centralnej części obszaru śródziemnomorskiego i południowej części Paratetydy Zachodniej. Jednocześnie — zdaniem Bensona — istniała wymiana wód pomiędzy wymienionymi obszarami i Indo-Pacyfikiem. Szerokie połączenie środkowomiocenijskie Paratetydy Centralnej i Paratetydy Wschodniej z Indo-Pacyfikiem sugerowali też RÖGL i STEININGER (1984) oraz STEININGER i RÖGL (1985).

Poznane dotąd liczne gatunki morskich małżoraczków środkowomiocenijskich Paratetydy Centralnej pozwoliły wykazać co najwyżej ich podobieństwo do synchronicznych i/ albo współczesnych małżoraczków obszaru śródziemnomorskiego i — zależnie od typu biofacji małżoraczkowej — wykorzystać je dla wyróżnienia stref, na ogół płytkowodnych, zajmowanego przez nie środowiska morskiego.

Znalezione w ostatnich latach (SZCZECURA 1986, 1994, 1995) w polskiej części Zapadliska Przedkarpacciego małżoraczki nie znane wcześniej z Parate-

tydy, w tym formy niewątpliwie pochodzenia oceanicznego, uchodzące za psychrosferyczne (np. *Cluthia*, *Xylocythere*, *Pseudocythere*, *Agrenocythere*) pozwalają zmienić pogląd na charakter biofacji małżoraczkowych Paratetydy i podjąć dyskusję dotyczącą ich paleośrodowiska, pochodzenia i (wreszcie) środkowomiocęńskiej paleogeografii Europy, łącznie z obszarem śródziemnomorskim.

Analiza czasoprzestrzennego rozprzestrzenienia wybranych grup małżoraczków znalezionych w środkowym miocenie (badanie) Polski Południowej, zwłaszcza szeroko i od dawna (od paleogenu) znanego na świecie (w osadach morskich na kontynentach i w osadach z dna wszystkich oceanów) gatunku *Henryhowella asperrima* (REUSS 1850), preferującego wody głębokie, to jest co najmniej dolną część szelfu, pozwoliła ustalić zewnętrzne granice względnie głębokowodnego morza środkowomiocęńskiego w Europie (rys. 4). Analiza ta wykazała też, że



Rys. 4. Zasięg głębszego morza w środkowym miocenie w Europie w oparciu o rozprzestrzenienie gatunku *Henryhowella asperrima* (REUSS 1850) (wg SZCZECZURY 1994).

gatunek ten przywędrował do Paratetydy Centralnej najprawdopodobniej w miocenie środkowym z Atlantyku. O związkach Paratetydy Centralnej w całym miocenie środkowym z obszarem śródziemnomorskim i Atlantykiem świadczą też inne psychrosferyczne małżoraczki towarzyszące *H. asperrima*.

Potwierdzenie tego przypuszczenia, głównie związków Paratetydy Centralnej i basenów Morza Śródziemnego, zdaje się stanowić rozpoznanie w górnym badenie Polski Południowej, w płytkowodnych osadach zanikającego morza gatunków: *Carinocythereis carinata* (ROEMER, 1838) i *Triebelina raripila* (G. W. MULLER, 1894). Pierwszy z wymienionych gatunków w górnej części środkowego miocenu współistniał w Paratetydzie Centralnej i w Alpach Zachodnich (Włochy Północne) i zarówno nieco wcześniej, jak i później, do pliocenu, był ograniczony do obszaru śródziemnomorskiego. Także *Triebelina raripila* jest znana od dolnego miocenu do dziś wyłącznie z Europy, w tym z obszaru śródziemnomorskiego. Wszystko to oznacza, że Paratetyda Centralna w środkowym miocenie nie była odizolowana od basenów śródziemnomorskich, to jest musiały wówczas istnieć w Europie połączenia morskie umożliwiające wyżej wspomnianą dyspersję omawianej mikrofauny. Nadto nie potwierdził się pogląd, że istniała wymiana małżoraczek pomiędzy Paratetydą Centralną i Indo-Pacyfikiem.

Przedstawione propozycje paleogeograficzne, dotyczące Paratetydy w środkowym miocenie, są częściowo w zgodzie z wnioskami paleogeograficznymi dotyczącymi tego obszaru, i w tym czasie, wypracowanymi przez YASSINIEGO (1986). Yassini, Australijczyk badający małżoraczki Paratetydy Wschodniej i Paratetydy Centralnej, stwierdził wyraźny prowincjonalizm badanej mikrofauny, to jest odrębność małżoraczek Paratetydy Centralnej i Paratetydy Wschodniej, z granicą pomiędzy (tymi) prowincjami wzdłuż zachodniej granicy Morza Czarnego. Yassini nie dostrzegł jednak wymiany mikrofauny pomiędzy obszarem śródziemnomorskim a Paratetydą i stwierdził separację ich basenów.

Ciągłość występowania, co najmniej od środkowego miocenu do dziś, (m.in.) niektórych z wymienionych gatunków małżoraczek na terenie Europy wskazuje, że mimo górnomiocenińskiego tak zwanego kryzysu salinarnego, polegającego na przypuszczalnym całkowitym wyschnięciu Morza Śródziemnego, powodującym czasowe wymarcie morskiej fauny na tym obszarze, istniały — poza obszarem śródziemnomorskim — warunki środowiskowe umożliwiające ich przetrwanie. Może to znaczyć, że niekoniernie Atlantyk stanowił czasowe refugium dla gatunków, które żyły w Morzu Śródziemnym przed wspomnianym kryzysem i pojawiły się w nim po kryzysie.

Badania małżoraczek, w tym kopalnych, ograniczają się często do ich identyfikacji i określenia wieku zawierających je skał. Tymczasem, jak wynika z powyższego tekstu, można by częściej wykorzystać je z powodzeniem dla rekonstrukcji geografii Ziemi w ubiegłych epokach geologicznych. Jednoczesna analiza paleobiogeograficzna towarzyszącej im fauny mogłaby stanowić dodatkowy czynnik kontrolny uzyskanych wyników.

OSTRACODES AND PALAEOGEOGRAPHY

Summary

Ostracoda were taxonomically separated from Crustacea by Latreille in 1806. They are small animals, usually not exceeding 2 mm in length. Individuals are protected by two-valve calcareous carapaces, shed several times in their lifetimes. Ostracodes occur in all aquatic environments, but do not tolerate major changes in their preferred habitat. As a result, ostracod fossils are commonly found in sedimentary rocks since the Cambrian, and can be used to estimate both their age and sedimentary environment. This in turn allows for palaeogeographic reconstructions, including climatic and geographical conditions of a given area, shape and positions of continents during the Earth's history. Many attempts have been made to use ostracodes (or their particular groups) to reconstruct local palaeogeography even for a distant geological past. More spectacular and important studies use these microfossils to reconstruct former patterns of landmasses on the global scale. Polish ostracodological research also included palaeogeographical interpretations, based especially on early Paleozoic and Neogene (late Tertiary) assemblages.

LITERATURA

- BANDEL L., BECKER G., 1975. *Ostracoden aus palaozoischen pelagischen Kalken der Karnischen Alpen (Silurium bis Unterkarbon)*. Senck. Lethaea, 56, 1-83.
- BECKER G., BLESS M. J. M., 1990. *Biotope indicative features in Palaeozoic ostracods: a global phenomenon*. [W:] R. WHATLEY, C. MAYBURY (red.) *Ostracoda and Global Events*. British Micropalaeont. Soc. Publ. Ser., Chapman and Hall, 421-436.
- BENSON R. H., 1976. *Miocene deep-sea ostracodes of the Iberian Portal and Balearic Basin*. Marine Micropal. 1, 249-262.
- BENSON R. H., 1978. *The paleoecology of the ostracodes of DSDP Leg 42 A, Initial Rep. Deep Sea Drill. Proj.*, 42, 777-787.
- BERDAN J. M., 1990. *The Silurian and Early Devonian biogeography of ostracodes in North America*. [W:] W. S. MCKERROW, C. R. SCOTSE (red.) *Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography*. Geol. Soc. Mem. 12, 223-231.
- BRIGGS J. C., 1995. *Neogene*. [W:] J. C. BRIGGS (red.) *Global Biogeography, Developments in Palaeontology and Stratigraphy*, 14, Elsevier, Amsterdam-Lausanne-New York-Oxford-Shannon-Tokyo, 147-159.
- CRASQUIN-SOLEAU S., LETHIERS F., 1993. *Distribution provinciale des ostracodes dinantiens: implications paléocourantologiques en Europe*. Bull. Soc. géol. France, 164, 155-163.
- DINGLE K., 1988. *Marine ostracod distributions during the Early breakup of Southern Gondwanaland*. [W:] T. HANAI, N. IKEYA, K. ISHIZAKI (red.) *Evolutionary biology of Ostracoda*. Developments in Palaeontology and Stratigraphy, 11, Elsevier, 841-854.
- DZIK J., OLEMPKA E., PISERA A., 1994. *Ordovician carbonate platform ecosystem of the Holy Cross Mountains*. Palaeontol. Polonica, 53, 1-317.
- DZIK J., PISERA A., 1994. *Sedimentation and fossils of the Mójcza Limestone*. [W:] J. DZIK, E. OLEMPKA, A. PISERA (red.) *Ordovician carbonate platform ecosystem of the Holy Cross Mountains*. Palaeontol. Polonica, 53, 5-41.
- KRÖMMELBEIN K., 1966. *On „Gondwana Wealden” Ostracoda from NE Brazil and West Africa*. Proc. of the 2nd African Micropal Coll., Ibadan 1965, 119-122.
- KRÖMMELBEIN K., 1979. *African Cretaceous ostracodes and their relations to surrounding continents*. Proc. of the 37th annual Biology Coll. (1976), Historical biogeography, plate tectonics and the changing environment, Oregon State Univ., 305-310.
- LEWANDOWSKI M., 1993. *Paleomagnetism of the Paleozoic Rocks of the Holy Cross Mts (Central Poland) and the Origin of the Variscan Orogen*. Publ. Inst. Geophys. Polish Academy of Sciences A-23 (265), 1-84.
- MCKENZIE K. G., 1986. *Tethys and her progeny* [W:] K. G. MCKENZIE (red.) *Shallow Tethys 2*, Proc. Intern. Symp. on Shallow Tethys 2, A.A. Balkema, Rotterdam-Boston, 501-523.

- McKENZIE K. G., 1991. *Tethyan Events: Diagnosis and Prognosis — with special references to Crustacea (Ostracoda)*. Proc. of Shallow Tethys 3, Sendai, 1990, Saito Ho-on Kai Spec. Publ., 3, 23–34.
- NEUSTRUEVA I., 1987. *Istorija razvittia presnowodnykh ostrakod w mezozoje i kainozoje Ewrazji (Freshwater Ostracoda development history in Eurasian Mesozoic and Cenozoic)*. Wopr. Mikro-paleont., 29, 127–140.
- NEUSTRUEVA I., 1993. *Limnic Ostracoda communities of the Palaeozoic-Mesozoic in connection with the paleogeography of lacustrine basins*. [W:] K. G. MCKENZIE P. J. JONES (red.) *Ostracoda in the Earth and life sciences*, Proc. of the 11th Int. Symp. on Ostracoda, Warrnambool (Victoria, Australia) 8–12 July 1991), A.A. Balkema, Rotterdam–Brookfield, 663.
- OLEMPKA E., 1979. *Middle to Upper Devonian Ostracods from the southern Holy Cross Mountains*, Poland. Palaeont. Polonica, 40: 57–162.
- OLEMPKA E., 1994. *Ostracods of the Mójcza Limestone*. [W:] J. DZIK, E. OLEMPKA, A. PISERA (red.) *Ordovician carbonate platform ecosystem of the Holy Cross Mountains*. Palaeontol. Polonica, 53, 129–212.
- RÖGL F., STEININGER F. F., 1984. *Neogene Paratethys, Mediterranean and Indo-Pacific Seaway, implications for the paleogeography of marine and terrestrial biotas*. [W:] P. J. BRENCHELEY (red.) *Fossils and Climate*, J. Wiley & Sons Ltd., Chichester–New York–Brisbane–Toronto–Singapore, 171–200.
- SCHALLREUTER R., SIVETER D. 1985. *Ostracodes across the Iapetus Ocean*. Palaeontology, 28, 577–598.
- STEININGER F. F., RÖGL F., 1985. *Paleogeography and palinspastic reconstruction of the Neogene of the Mediterranean and Paratethys*. [W:] J. E. DIXON, A. H. F. ROBERTSON (red.) *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*. Spec. Publ. Geol. Soc., 17, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 659–668.
- SZCZUCHURA J., 1965. *Cytheracea (Ostracoda) from the uppermost Cretaceous and lowermost Tertiary of Poland*. Acta Paleont. Polonica, 10, 451–564.
- SZCZUCHURA J., 1986. *Cluthia miocenica sp. nov. (Ostracoda) from the Middle Miocene of southern Poland (Central Paratethys)*. J. Micropaleontol. 5, 109–114.
- SZCZUCHURA J., 1994. *Paleogeographic meaning of psychrospheric Miocene ostracodes from the Fore-Carpathian Depression*. Acta Geol. Pol. 44, 137–151.
- SZCZUCHURA J., 1995. *The ostracode genus Xylocythere Maddocks & Steineck, 1987, from the Middle Miocene of the Fore-Carpathian Depression, southern Poland (Central Paratethys), and its biogeographic significance*. Acta Geol. Pol. 45, 27–40.
- THENIUS E., 1977. *Meere und Lander im Wechsel der Zeiten*. Verstandliche Wiss., 114, Springer, Berlin. 1–200.
- WANG S., 1988. *Late Paleozoic ostracode associations from South China and their paleoecological significances*. Acta Palaeont. Sinica, 27, 91–102.
- YASSINI I., 1986. *Ecology, paleoecology and stratigraphy of ostracodes from Late Pliocene and Quaternary deposits of the south Caspian Sea region in north Iran*. [W:] K. G. MCKENZIE (red.) *Shallow Tethys 2*, Proc. of the Intern. Symp. on Shallow Tethys 2, Wagga Wagga 15–17 September 1986, A.A. Balkema, Rotterdam–Boston, 475–497.