

GENEZA NAGROMADZEŃ AHERMATYPOWEJ FAUNY BENTONICZNEJ

UKD 56.024:551.352.051

Nagromadzenia fauny morskiej występują dość powszechnie we wszystkich okresach fanerozoiku i znane są z utworów węglanowych oraz terygenicznyc. Szczegółowa analiza nagromadzeń fauny może dostarczyć wielu cennych informacji na temat kopalnych środowisk naturalnych, a ponadto może być wykorzystana do lokalnych korelacji chronostratygraficznych, w paleogeografii oraz analizie facjalnej. Niniejszy artykuł jest pierwszą próbą szczegółowej, genetycznej klasyfikacji nagromadzeń, niezbędnej dla ich właściwej interpretacji. Praca jest ograniczona tylko do ahermatypowej fauny bentonicznej (morskiej), ponieważ rozległa problematyka związana z rafami i biohermami wymaga odrębnego opracowania, podobnie jak nagromadzenia nektonu oraz szczątków organizmów lądowych.

Akumulacja elementów szkieletowych fauny może być spowodowana przez czynniki ekologiczne (rozwój fauny w optymalnych warunkach ekologicznych) lub sedimentologiczne (wtórne wzbogacenie osadu w szczątki organiczne). Wydaje się przy tym, że na ogół w formowaniu się nagromadzeń biorą udział obie wymienione grupy czynników.

W dotychczasowej klasyfikacji nagromadzeń fauny (3) wyróżnia się trzy podstawowe typy:

1 – nagromadzenia autochtoniczne, powstające w miejscu śmierci organizmów i kontrolowane przez czynniki ekologiczne.

2 – nagromadzenia parautochtoniczne, powstające w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca śmierci organizmów przy współdziałaniu czynników sedimentologicznych.

3 – nagromadzenia allochtoniczne, powstające pod wpływem procesów sedimentologicznych, z dala od miejsca śmierci organizmów.

Interpretacja nagromadzeń jest uzależniona od ich typu – w odniesieniu do nagromadzeń autochtonicznych jest możliwe bezpośrednio wnioskowanie o warunkach środowiska na podstawie zespołu skamieniałości (analiza paleoekologiczna), natomiast w odniesieniu do pozostałych typów są możliwe do odtworzenia procesy redepozycji fauny, które dopiero dają obraz środowiska sedimentacji. Podstawowe znaczenie dla interpretacji nagromadzeń ma zatem odróżnienie fauny autochtonicznej od redeponowanej. czemu mogą służyć poniższe kryteria.

1. Liczba osobników występujących w pozycji życiowej. Występowanie fauny w charakterystycznej pozycji życiowej wskazuje na brak redepozycji. Obserwacje odniesione do



Ryc. 1. Schemat zasiedlenia dna przez ramienionogi. Cyframi oznaczono kolejne generacje

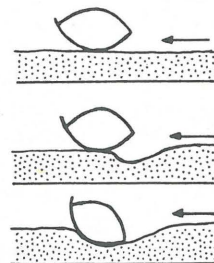
Fig. 1. Scheme of colonization of sea bottom by brachiopods. Successive generations are marked with numbers

poszczególnych gatunków mogą ujawnić allochtoniczne elementy zespołów skamieniałości. Niekiedy użyteczne są obserwacje ograniczone tylko do wybranych elementów szkieletowych. Przykład taki podaje G. Ruhrman (31), który opisuje korzenie liliowców zachowane *in situ*, podczas gdy całkowicie zdeintegrowane pozostałe części szkieletów tworzą allochtoniczne ławice wapieni krynowidowych.

Brak organizmów w pozycji życiowej nie jest jednoznacznym dowodem ich redepozycji, np. w autochtonicznych nagromadzeniach ramienionogów typową pozycją życiową zachowuje zazwyczaj tylko generacja pionierska (3), rozwijająca się na płaskim podłożu (ryc. 1). Ponadto utrata pierwotnego położenia może nastąpić wskutek wymywania osadu przez słabe prądy denne (27) (ryc. 2), działalności organizmów penetrujących osad lub dłuższej ekspozycji obumarłej fauny na powierzchni osadu (rozpad szkieletu na poszczególne elementy).

2. Dysartykulacja muszli. Rozłączenie muszli wskazuje ogólnie na wysoką energię środowiska, implikując redepozycję (8). Stopień dysartykulacji, który można określić jako stosunek ilościowy kompletnie zachowanych okazów do rozłączonych, jest jednak uzależniony nie tylko od energii środowiska, ale także od budowy aparatu zamkowego. Z tego powodu nawet całkowita dysartykulacja muszli organizmów bezzawiasowych nie musi być związana z wysoką energią, a brak dysartykulacji w odniesieniu do organizmów odznaczających się silnym zamkiem nie jest wskaźnikiem braku przemieszczenia.

3. Pokruszenie elementów szkieletowych. Jest ono najczęściej efektem działalności procesów sedimentologicznych (falowanie, prądy itp.), wskazuje więc na transport fauny (39). Zdarza się jednak, że nawet bardzo silnie pokruszone muszle mogą być autochtoniczne: a – jeśli pokruszenie nastąpiło wskutek dłuższej ekspozycji muszli na powierzchni osadu (15), muszle ulegają wówczas rozpuszczaniu, co prowadzi do osłabienia ich wytrzymałości mechanicznej; w wypadku obniżenia wytrzymałości po-



Ryc. 2. Utrata pierwotnego ułożenia ramienionogów wskutek wymywania osadu przez prąd denny. Strzałką zaznaczono kierunek przepływu. Według 27, nieco zmienione

Fig. 2. Loss of original orientation by brachiopods due to scouring of sediments by bottom currents. Arrowhead shows direction of water flow; after 27, somewhat modified

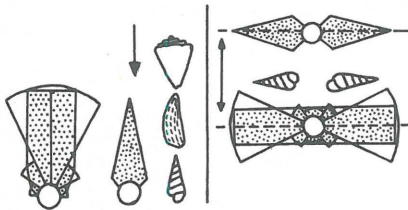
niziej wartości ciśnienia wody, następuje pokruszenie, b – jeśli pokruszenie jest wynikiem kompaktacji (7), c – jeśli pokruszenie jest wynikiem żerowania drapieźników, np. rozgwiazd, ryb, krabów (33) lub ptaków (40).

4. Abrazja elementów szkieletowych. Abrazja szczątków fauny jest wywołana czynnikami mechanicznymi, wskazuje więc na ich przemieszczenie (14). Stopień abrazji jest uzależniony nie tylko od rodzaju i długości transportu, ale także od konstrukcji, kształtu i rzeźby muszli, np. cienkie, płaskie i delikatnie urzeźbione muszle pektenów łatwo ulegają abrazji, nawet pod wpływem słabych prądów, gdy tymczasem grube, wypukłe i gładkie muszle niektórych ramienionogów mogą pozostać w takich warunkach nie naruszone.

5. Orientacja elementów szkieletowych. Poza wypadkami pierwotnego (biologicznego), ukierunkowanego ułożenia fauny (1), orientacja elementów szkieletowych wskazuje na działalność mechanizmów transportu. Pomiary ułożenia szczątków organicznych mogą pozwolić na odtworzenie rodzaju i kierunku transportu (28) (ryc. 3).

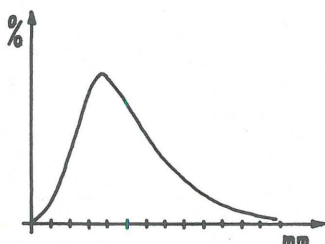
Brak orientacji nie musi wskazywać na brak działalności mechanizmów transportu (brak redepozycji). H. Toots (38) udowadnia, że beładne ułożenie szczątków organicznych jest na ogół wynikiem reorientacji spowodowanej działalnością organizmów penetrujących osad.

Szczególnym wypadkiem orientacji jest ułożenie muszli wypukłą stroną w dół lub ku górze. Na ogół ułożenie wypukłą stroną ku górze (w pozycji stabilnej) wskazuje – podobnie jak imbrykacja – na działalność czynników se-



Ryc. 3. Orientacja wydłużonych elementów szkieletowych fauny pod wpływem prądów (lewa strona rysunku – strzałka wskazuje kierunek przepływu) i falowania (prawa strona rysunku – strzałka wskazuje kierunek ruchu fal). Według 28, nieco zmienione

Fig. 3. Orientation of elongate skeletal elements due to activity of currents (in the left – arrowhead shows direction of water flow) and waving (in the right – arrowhead shows direction of movement of waves); after 28, somewhat simplified



Ryc. 4. Typowy dla nagromadzeń autochtonicznych, prawoskośny rozkład wielkości osobników. Na osi poziomej oznaczona jest wielkość osobników, na pionowej – procentowy udział poszczególnych klas wielkości

Fig. 4. Distribution in size of individuals, typical of autochthonous accumulations. Size of individuals is plotted at the horizontal axis, and share of individual size classes – at the vertical (in per cent)

dymntologicznych, natomiast ułożenie odwrotne jest interpretowane jako przejaw braku turbulencji wód przydennych (8). Niemniej, znane są wypadki ułożenia muszli wypukłą stroną w dół w warunkach wysokiej energii środowiska (11) – odwrócenie na wędrujących ripplemarkach oraz reorientacji spowodowanej działalnością infauny (12).

6. Rozkład wielkości osobników. Zróżnicowanie wielkości osobników w obrębie poszczególnych gatunków wskazuje na stopień śmiertelności osobników młodocianych (8, 13, 17) (ryc. 4), nie implikuje więc wniosków na temat redepozycji. Istnieje jednak ostro krytykowany pogląd, że dominacja osobników dużych spowodowana jest selektywnym usuwaniem osobników małych przez prądy (29).

7. Dodatkowe przesłanki. Takimi przesłankami mogą być np.: litologia, mikrofacja, struktury sedymentacyjne.

Sumując należy podkreślić, że w celu prawidłowego określenia stopnia redepozycji fauny konieczne jest kompleksowe rozpatrzenie wszystkich wymienionych wskaźników.

NAGROMADZENIA AUTOCHTONICZNE

Istnieją dwie podstawowe możliwości powstawania nagromadzeń autochtonicznych (22):

1 – rozwój fauny w optymalnych warunkach ekologicznych (nagromadzenia mogą tworzyć się bez względu na tempo sedymentacji, przy dużej gęstości zasiedlenia dna przez organizmy),

Tabela I
CECHY NAGROMADZEŃ AUTOCHTONICZNYCH

Czynniki warunkujące powstanie nagromadzeń	Podstawowe cechy	Przykłady z literatury
Ekologiczne: głębokość, temperatura, zasolenie, natlenienie, nasświetlenie, turbulencja, podłoże, zawartość składników pokarmowych, morfologia dna	1. powyżej 50% osobników w pozycji życiowej	18
	2. brak dysartykulacji	19
	3. brak pokruszenia	30
	4. brak abrazji	
	5. brak orientacji	
	1, 2, 4, 5	
	6. Pokruszenie elementów szkieletowych – kompaktacja	7
	– ekspozycja na powierzchni osadu	15
	2, 4, 5	
6. żerowanie drapieźników	33	
	40	
2, 3, 4, 5		
7. w pozycji życiowej tylko generacja pionierska	3	
2, 3, 4, 5		
8. Brak osobników w pozycji życiowej:		
– wymywanie osadu przez słabe prądy dennne	27	
– działalność organizmów penetrujących osad	12	
Tempo sedymentacji		
3, 4, 5		
9. Dysartykulacja wskutek dłuższej ekspozycji obumarłej fauny na powierzchni osadu		

2 – zwolnienie tempa sedymentacji (w skrajnym wypadku kondensacja stratygraficzna) – nagromadzenia mogą powstać przy niezbyt dużej gęstości zasiedlenia dna.

Wydaje się, że na ogół powstawaniu nagromadzeń autochtonicznych towarzyszy zwolnienie tempa sedymentacji. Wniosek taki wynika z tego, że część czynników odpowiedzialnych za rozwój fauny wpływa też na tempo przyrostu osadu (np. turbulencja wód przydennych, głębokość, odległość od brzegu, morfologia dna).

Bliższe zreferowanie możliwości interpretacji nagromadzeń autochtonicznych, będących w centrum zainteresowania paleoekologii, wykracza poza ramy niniejszego artykułu i dlatego problem ten został ograniczony do podania podstawowych cech tego typu nagromadzeń (tab. I).

NAGROMADZENIA PARAUTOCHTONICZNE

Za parautochtoniczne uważane są te nagromadzenia, które powstają w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca śmierci fauny (3). Niemniej, z punktu widzenia przydatności fauny dla interpretacji środowisk sedymentacyjnych, należałoby rozpatrzyć problem skali redepozycji. Zdaniem autora, za parautochtoniczne należy uznać te nagromadzenia, które mimo redepozycji, powstały w obrębie tego samego środowiska, które zamieszkiwała budująca je fauna.

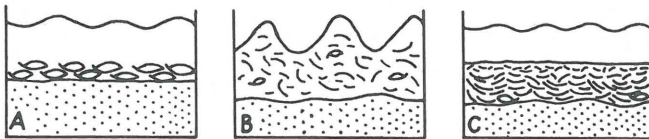
Do powstawania nagromadzeń parautochtonicznych przyczyniają się poniższe czynniki.

1. **Sztormy.** Podczas sztormów dochodzi do obniżenia podstawy falowania, co może spowodować powstanie zawiesziny złożonej z powierzchniowego osadu (7, 9, 36). Po ustaniu sztormu następuje grawitacyjna selekcja opadających na dno składników osadu, co przyczynia się do wzrostu koncentracji szczątków organicznych (ryc. 5).

2. **Działalność organizmów.** Dotychczas poznano dwa podstawowe sposoby koncentracji szczątków fauny przez organizmy:

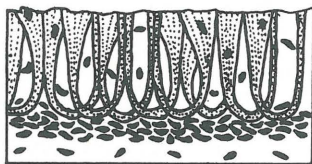
a – pionowe przemieszczenie wskutek działalności infauny (33, 37) (ryc. 6).

b – przemieszczenie poziome – budowa schronień



Ryc. 5. Model powstawania parautochtonicznych nagromadzeń fauny w warunkach sztormowych. Zwraca uwagę nierówny spąg, uziarnienie frakcjonalne oraz ułożenie muszli wypukłą stroną w dół

Fig. 5. Model of origin of parautochthonous accumulations of skeletal fragments under stormy conditions. Attention should be paid to uneven base, graded bedding, and arrangement of valves with convex side down



Ryc. 6. Model tworzenia się nagromadzeń małżów pod wpływem działalności infauny. Według 33, nieco zmienione

Fig. 6. Model of origin of accumulations of bivalve fragments due to activity of infauna; after 33, somewhat modified

przez niektóre organizmy morskie, jak kraby czy ośmiornice (8).

3. **Prądy pływowe.** Przyczyniają się one do wzrostu stopnia koncentracji elementów szkieletowych w osadzie w dwojaki sposób:

a – wymywanie osadu z obszarów równi pływowych (21, 25, 43) (ryc. 7),

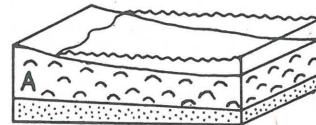
b – akumulacja bruków muszlowych na dnach migrujących bocznie kanałów pływowych (33, 37) ryc. 8).

W obu wypadkach mogą występować allochtoniczne elementy zespołów skamieniałości.

4. **Prądy denne.** Za parautochtoniczne nagromadzenia utworzone przy współdziałaniu prądów dennych można uznać muszlowce środkowego triasu NE obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (6). Występująca tam fauna była transportowana wzdłuż stref przepływu prądów dennych, które to strefy były jej naturalnym siedliskiem. Podstawowe cechy nagromadzeń parautochtonicznych zebrano w tab. II.

NAGROMADZENIA ALLOCHTONICZNE

Nagromadzenia allochtoniczne powstają wskutek redepozycji fauny poza właściwe dla jej bytowania środowisko. Transportowi towarzyszy zazwyczaj dysartykulacja, pokruszenie, abrazja, orientacja oraz selekcja szczątków fauny pod względem wielkości. Wzrost koncentracji materiału bioklastycznego może nastąpić w trakcie transportu lub po depozycji osadu, często wskutek działalności odrębnych procesów. Nagromadzenia te są więc bardzo interesujące z punktu widzenia sedymentologii. Poniżej przedstawiono poznane dotychczas procesy powodujące powstawanie nagromadzeń allochtonicznych.



Ryc. 7. Model tworzenia się nagromadzeń fauny na skutek wymywania osadu przez pływy. Linia przerywana (B) zaznaczono pierwotny poziom osadu

Fig. 7. Model of origin of accumulations of skeletal fragments due to scouring of sediments by tides. Original upper surface of sediment marked with broken line (B)



Ryc. 8. Model tworzenia się bruków muszlowych na skutek erozji bocznej prądów pływowych i akumulacji fauny na dnach kanałów. Według 33, nieco zmienione

Fig. 8. Model of origin of shell pavements due to lateral erosion by tidal currents, and accumulation of skeletal fragments at channel bottom; after 33, somewhat modified

1. **Prądy zawieszinowe.** Podczas transportu prądami zawieszinowymi zachodzi hydrodynamiczna i grawitacyjna selekcja materiału, co w wypadku przemieszczania osadu zawierającego szczątki organiczne może spowodować ich koncentrację i depozycję w formie ławic o charakterystycznych dla turbidytów cechach (26) (ryc. 9).

2. **Prądy denne.** Transport prądami dennymi i akumulację obumarłej epifauny opisuje m.in. R.F. Gernant (20). Koncentracja materiału bioklastycznego następuje w tym wypadku wskutek usuwania osadu przez prądy, w trakcie transportu (ryc. 10).

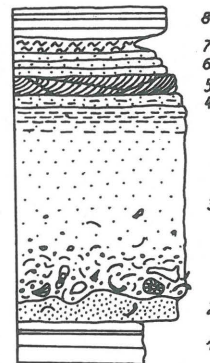
3. **Prądy pływowe.** Powodują one transport szczątków fauny z obszarów szelfowych na równie pływowe i ich depozycję. Dalsza koncentracja może odbywać się wskutek wymywania osadu (21, 25) (ryc. 5) lub działalności organizmów penetrujących osad (ryc. 6). Ponadto znane są bruki muszlowe pokrywające dna kanałów pływowych, złożone wyłącznie z fauny allochtonicznej (23).

4. **Sztormy.** Wpływ sztormów na sedimentację, opisywany zarówno ze środowisk współczesnych (4), jak i kopalnych (24); zaznacza się bardzo wyraźnie w akumulacji szczątków fauny. Dotychczas poznano kilka możliwości formowania się allochtonicznych nagromadzeń fauny w warunkach sztormowych:

a – akumulacja w rynnach erodowanych przez prądy sztormowe (2, 3, 16) (ryc. 11),

b – akumulacja na równiach nadpływowych (33) (ryc. 12),

c – nagromadzenia plażowe (11). Koncentracja osadzonego materiału może nastąpić wskutek deflacji piasku plażowego (10) (ryc. 13), gromadzenia go przez ptaki (8) lub działalności zmywu. W strefie zmywu może dojść do pionowego upakowania muszli (32 – muszle są zwrócone wklęsłą stroną w kierunku nabiegu fal) lub selekcji muszli na lewe i prawe (5) (ryc. 14).



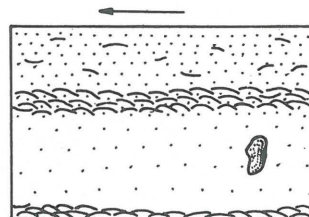
Ryc. 9. Wyidealizowany model sekwencji turbidytowej z nagromadzeniem fauny w spagu. Według 26, nieco uproszczone

1 – wapienie pelityczne zawierające szczątki nektonu i planktonu, 2 – wapienie detrytyczne fazy początkowej spływu, 3 – faza główna – typowe uziarnienie frakcjonalne, możliwa imbrykacja, 4 – wapienie detrytyczne i margliste z rogocami lub kongrecjami, 5 – warstwowania przekątne, 6, 7 – końcowe etapy depozycji – stopniowe przejście do mułowców zawierających szczątki roślin lądowych, 8 – wapienie pelityczne ze szczątkami nektonu i planktonu

Mięższość sekwencji ok. 1 m

Fig. 9. Idealized model of turbidite sequence with accumulation of skeletal fragments at the base; after 26, somewhat simplified

1 – pelitic limestones with remains of nectic and planktonic organisms, 2 – detrital limestones from initial phase of flow, 3 – major phase – typical graded bedding, imbrication possible, 4 – detrital and marly limestones with hornstones and remains of land plants, 5 – inclined bedding, 6 – final stages of deposition – a gradual transition to mudstones with remains of land plants, 8 – pelitic limestones with remains of nectic and planktonic organisms. Sequence about 1 m thick

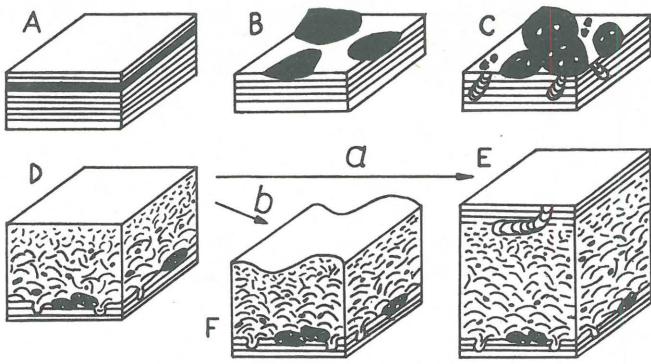


Ryc. 10. Allochtoniczne nagromadzenie fauny utworzone przez działalność prądów dennych. Zwraca uwagę imbrykacja muszli, ułożenie wypukłą stroną ku górze oraz występowanie fauny w pozycji życiowej pomiędzy warstwami muszlowców. Strzałka wskazuje kierunek przepływu. Według 20, nieco uproszczone

Fig. 10. Allochthonous accumulations of skeletal remains due to activity of bottom currents. Note imbrication of shells and their orientation with convex side up, and occurrence of fossils in life position between cocquina layers. Arrowhead shows direction of flow; after 20, somewhat simplified

Tabela II
CECHY NAGROMADZEŃ PARAUTOCHTONICZNYCH

Czynniki koncentracji fauny	Podstawowe cechy	Przykłady z literatury
sztormy	1. głównie cienkie ławice lub bruki muszlowe 2. brak organizmów w pozycji życiowej 3. zazwyczaj brak dysartykulacji 4. brak wyraźnych śladów pokruszenia 5. brak wyraźnych śladów wysortowania 6. tafocenoza odpowiada zasadniczo oryginalnej biocenozie	3
	1, 2, 6 7. wyraźna dysartykulacja 8. wyraźne pokruszenie części muszli 9. uziarnienie frakcjonalne	9 36
	1, 2, 6, 7, 8, 9 10. ułożenie muszli wypukłą stroną w dół	7
działalność organizmów	1, 2, 3, 4, 5, 6 11. ławice muszlowców są wyraźnie skorelowane z osadem przerobionym przez infaunę	33 37
	2, 3, 4, 5 12. niewielkie skupienia (budowa schronień)	8
pływy	2, 3, 4, 5 13. możliwość występowania allochtonicznych elementów zespołu skamieniałości	21 25
	14. występowanie w osadach równi pływowych	43
	1, 2, 3, 4, 5, 13, 14 15. warstwowanie skośne	33 37
prądy denne	2, 4, 5, 6 16. Brak wyraźnych śladów abrazji 17. Ułożenie muszli wypukłą stroną ku górze 18. Mikrofacje wskazują na przepływ długotrwałych prądów dennych	6

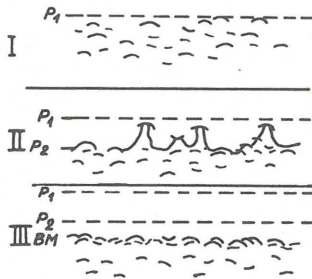


Ryc. 11. Model akumulacji allochtonicznych ławic muszlowców w warunkach sztormowych. Według 3, nieco zmienione

A – sedimentacja spokojna, fauna w pozycji życiowej; B – Erozja – powstanie intraklastów i konsolidacja podłoża; C – Wielokrotne obracanie intraklastów, które – zostają podrażone przez zasiedlające je organizmy. Na utwardzonym podłożu, pomiędzy intraklastami, rozwija się fauna zawieszinożerna; powstają ślady typu Rhizocorallium; D – Akumulacja sztormowa – erozja i depozycja materiału bioklastycznego; E – Powrót do spokojnej sedimentacji (A); F – Utrzymanie wysokiej energii środowiska (ripplemarki lub twarde dno, na którym deponowana jest kolejna ławica allochtoniczna)

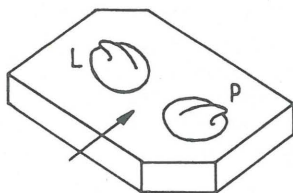
Fig. 11. Model of accumulation of allochthonous cocquina layers under stormy conditions; after 3, somewhat simplified

A – quiet sedimentation, fossils in life position, B – erosion – origin of intraclasts and consolidation of seafloor sediments, C – intraclasts repeatedly overturned and bored by epifauna, suspension-feeders begin to settle among intraclasts on consolidated bottom, traces of the Rhizocorallium type start to originate, D – accumulation related to storm – erosion and deposition of bioclasts, E – re-establishment of quiet conditions of sedimentation (A), F – prolonged high-energy conditions (origin of ripple marks or hardground, at which a successive allochthonous layer begins to be deposited)



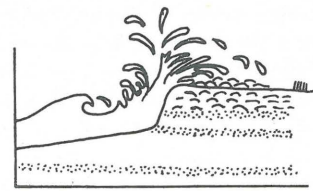
Ryc. 13. Kolejne stadia powstawania nagromadzeń plażowych (I, II, III) będących efektem deflacji. P_1 , P_2 , P_3 – kolejne poziomy powierzchni, BM – bruk muszlowy. Według 10, nieco zmienione

Fig. 13. Successive stages in formation of beach accumulations (I, II, III) due to deflation. P_1 , P_2 , P_3 – successive surfaces, BM – shell pavement; after 10, somewhat modified



Ryc. 14. Selekcja muszli na lewe i prawe (L i P) w strefie zmywu. Według 5, nieco zmienione

Fig. 14. Selection of valves into right and left ones (L and P, respectively) in the wash zone; after 5, somewhat modified



Ryc. 12. Model akumulacji szczątków fauny na równiach nadpływowych, spowodowanej sztormową falą przyплиwu. Według 33, nieco uproszczone

Fig. 12. Model of accumulation of skeletal fragments in supratidal plains due to tide wave, after 33, somewhat simplified

Tabela III
CECHY NAGROMADZEŃ ALLOCHTONICZNYCH

Czynniki transportu	Czynniki koncentracji	Podstawowe cechy	Przykłady z literatury
prądy zawieszinowe	grawitacyjna i hydrodynamiczna selekcja	1. silna dysartykulacja 2. silne pokruszenie 3. wyraźna abrazja 4. Brak organizmów w pozycji życiowej 5. orientacja elementów szkieletowych 6. uziarnienie frakcyjne 7. występowanie w obrębie sekwencji turbidytowej 8. radykalna zmiana środowiska fauny	26
prądy denne	prądy denne – usuwanie osadu	1, 4, 5 9. imbrykacja 10. ławice muszlowców rozdzielone są osadem zawierającym infaunę w pozycji życiowej 11. warstwowania przekątne w małej i dużej skali	20
plywy	wymywanie osadu	1, 2, 3, 4, 5 12. występowanie w osadach równi pływowych	21 25
	prądy pływowe	1, 2, 3, 4, 5, 11, 12 13. Bruki muszlowe	23
sztormy	grawitacyjna i hydrodynamiczna selekcja	1, 2, 3, 4, 6 14. grube ławice z intraklastami 15. występowanie w rynnach erozyjnych	2 3 16
		16. akumulacja na równiach nadpływowych	33
	deflacja	1, 2, 4, 8 17. występowanie w osadach plażowych	10
	gromadzenie przez ptaki	1, 2, 4, 8 18. niewielkie, nieregularne skupienia	8
	zmywy	1, 5, 4 19. Pionowe upakowanie	32
	1, 4 20. selekcja muszli na lewe i prawe	5	
prądy zawieszinowe, denne, pływowe, sztormy		21. akumulacja w pułapkach	34 35 42

Szczególnym wypadkiem allochtonicznych nagromadzeń fauny jest akumulacja w pułapkach, jakimi są otwarte szczeliny dna (42), podwodne jaskinie (35), czy kanały pozostawione przez organizmy penetrujące osad (34). Podstawowe cechy opisanych typów nagromadzeń allochtonicznych zebrane są w tab. III.

Autor pragnie podziękować dr J. Wieczorkowi za inspirację oraz cenne uwagi udzielone w trakcie konsultacji.

LITERATURA

1. Ager D.V. — Principles of Paleoecology. Mc Graw-Hill 1963.
2. Aigner T. — Schill-Tempestite im Oberen Muschelkalk (Trias, SW-Deutschland). N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 1979 vol. 157 no. 3.
3. Aigner T., Hagdorn H., Mundlos R. — Biohermal, biostromal and stormgenerated coquinas in the Upper Muschelkalk. Ibidem 1978 vol. 157 no. 1.
4. Ball M.M., Shinn E.A., Stockman K.W. — The effects of hurricane Donna in South Florida. Jour. Geol. 1967 vol. 75.
5. Behrens W.E., Watson R.L. — Differential sorting of pelecypods valves in the swash zone. J. Sed. Petrol. 1969 vol. 39 no. 1.
6. Bodzioch A. — Charakterystyka wapienia muszlowego NE obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, między Wielką Wsią a Jarugami. (Praca magisterska). Arch. Inst. Nauk. Geol. UJ 1982.
7. Bodzioch A. — Paleoecology and sedimentary environment of the Terebratula Beds (Lower Muschelkalk) from Upper Silesia. Roczn. Pol. Tow. Geol. 1985 nr 1-2.
8. Boucot A.J. — Principles of Benthic Marine Paleoecology. 1981.
9. Brenner R.L., Davies D.K. — Strom-Generated Coquinoid Sandstone: Genesis of High-Energy Marine Sediments from the Upper Jurassic of Wyoming and Montana. Geol. Soc. Amer. Bull. 1973 vol. 84.
10. Carter R.W.G. — Formation, maintenance and geomorphological significance of an aeolian shell pavements. J. Sed. 1976 vol. 46 no. 2.
11. Clifton H.E., Bogs S., Jr — Concave-up pelecypod (Psephidia) shells in shallow marine sand. Elk River Beds, Southwestern Oregon. J. Sed. Petrol. 1970 vol. 40.
12. Clifton H.E. — Orientation of empty pelecypod shells and shell fragments in quiet water. Ibidem 1971 vol. 41.
13. Craig G.Y., Hallam H. — Size-frequency and growth-ring analyses of *Mytilus edulis* and *Cardium edule*, and their palaeoecological significance. Palaeont. 1963 vol. 6.
14. Driscoll E.G. — Experimental field study of shell abrasion. J. Sed. Petrol. 1967 vol. 37.
15. Driscoll E.G. — Selective bivalve shell destruction in marine environments, a field study. Ibidem 1970 vol. 40.
16. Dźułyński S., Kubicz A. — Storm accumulations of brachiopod shells and sedimentary environment of the Terebratula Beds in the Muschelkalk of Upper Silesia (Southern Poland). Roczn. Pol. Tow. Geol. 1975 nr 2.
17. Fagerstrom J.A. — Fossil communities in palaeoecology: their recognition and significance. Geol. Soc. Amer. Bull. 1964 vol. 75.
18. Fursich F.T. — Fauna-substrate relationships in the Corallian of England and Normandy. Lethaia 1976 vol. 9.
19. Fursich F.T., Wendt J. — Biostratonomy and paleoecology of the Cassian. Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol. 1977 vol. 22.
20. Gernant R.E. — Paleoecology of the Choptank Formation (Miocene) of Maryland and Virginia. Mar. Geol. Surv. Rep. Invest. 1970 vol. 12.
21. Howard D.J., Elders C., Heinbokel J.F. — Animal-sediment relationships in Estuarine Point Bar Deposits, Ogeechee River-Ossabaw Sound. Senck. Marit. 1975 vol. 7.
22. Johnson R.G. — The community approach to paleoecology. [In:] Imbrie J., Newell N. D. (ed.) — Approaches to Paleoecology. 1964.
23. Johnson R.G., Friedman G.M. — The Tully clastic correlatives (Upper Devonian) of New York State: a model for recognition of alluvial dune (?), tidal, nearshore (bar and lagoon) and offshore sedimentary environments in a tectonic delta complex. J. Sed. Petrol. 1969 vol. 39 no. 2.
24. Kumar N., Sanders J.E. — Characteristics of shoreface storm deposits: modern and ancient examples. Ibidem 1976 vol. 46 no. 1.
25. Mayou T.V., Howard J.D. — Animal-sediment relationships of a Salt Marsh Estuary-Doboy Sound. Senck. Marit. 1975 vol. 7.
26. Meischner K.D. — Allodapische Kalke, Turbidite in Riff-nahen Sedimentationsbecken. [In:] Bouma A.H., Brouwer A. (ed.) — Turbidites. Develop. Sedim. 1964 vol. 3.
27. Menard H.W., Boucot A.J. — Experiments on the movement of shells. Amer. J. Sci. 1951 vol. 249.
28. Nagle J.S. — Wave and current orientation of shells. J. Sed. Petrol. 1967 vol. 37 no. 4.
29. Olson E.C. — Size-frequency distributions in samples of extinct organisms. J. Geol. 1957 vol. 65.
30. Racki G., Baliński A. — Environmental interpretation of atrypid shell beds from the Middle to Upper Devonian boundary of the Holy Cross Mts. and Cracow Upland. Acta Geol. Polon. 1981 vol. 31 no. 3-4.
31. Ruhrman G. — Riff-ferne Sedimentation unterdevonischer Krinoiden-Kalke im Kantabrischen Gebirge (Spanien). N. Jb. Geol. Paläont. Mh 1971 vol. 10.
32. Sanderson D.J., Donovan R.N. — The vertical packing of shells and stones on some recent beaches. J. Sed. Petrol. 1974 vol. 44.
33. Schafer W. — Aktuopaläontologie, nach Studien in der Nordsee. 1962.
34. Seilacher A. — Biogenic sedimentary structures. [In:] Imbrie J., Newell N. D. (ed.) — Approaches to Palaeoecology. 1964.
35. Seilacher A., Westphal F. — Fossil-Lagerstätten. [In:] Sedimentology of parts of Central Europe. Guidebook VIII Int. Sediment. Congress 1971.
36. Specht R.W., Brenner R.L. — Storm-wave genesis of bioclastic carbonates in Upper Jurassic epicontinental mudstones, East-Central Wyoming. J. Sed. Petrol. 1979 vol. 49 no. 4.
37. Straaten L.M.J.U. van — Composition of shell beds formed in tidal flat environment in the Netherlands and in the Bay of Arcachon (France). Geol. en Mijn. 1956 vol. 18 no. 7.
38. Toots H. — Random orientation of fossils and its significance. Contr. Geol. 1965 vol. 4 no. 2.
39. Trewin N.H., Welsh W. — Transport, breakage

and sorting of the bivalve *Mactra corallina* on Aberdeen beach, Scotland, *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.* 1972 vol. 12.

40. Trewin N.H., Welsh W. — Formation and composition of graded estuarine shell bed. *Ibidem* 1976 vol. 19.
41. Watson R.L. — Origin of shell beaches, Padre Island, Texas. *J. Sed. Petrol.* 1971 vol. 41 no. 4.
42. Wendt J. — Cephalopod accumulations in the Middle Triassic Hallstat Limestone of Yugoslavia and Greece. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh* 1973 vol. 10.
43. Wilson J.B. — Paleocological studies on shell-beds and associated sediments in the Solway Firth: *Scott. J. Geol.* 1967 vol. 3 no. 2.

SUMMARY

Accumulations of ahermatypic benthic marine fauna are known to vary in origin. The paper presents a scheme of genetic classification of such accumulations, based on differences in degree of redeposition of fauna. The subdivision of accumulations into autochthonous, parautochthonous, and allochthonous (3) is accepted here. The degree of redeposition of fauna may be evaluated taking into account the following criteria: 1) number of individuals in life position, 2) disarticulation, 3) crushing, 4) abrasion, 5) orientation, 6) size distribution of individuals, 7) other premises (lithology, sedimentary structures, microfacies, etc.).

Autochthonous accumulations are defined as originating in place of death of organisms. They may originate in two ways: 1) due to development of fauna under the optimum ecological conditions (high density of seafloor inhabitation, normal rates of sedimentation), and 2) due to reduced rates of sedimentation (when this is the case, density of inhabitation may be low). Table 1 gives the most characteristic features of such accumulations and references to examples in the literature.

Parautochthonous accumulations are defined as originating in environment typical for development of the represented organisms. They originate with contribution of sedimentary agents, mainly responsible for increase in concentration of skeletal elements in sediment. Analysis of organic remains makes possible identification of accumulations formed with contribution of storms, tidal currents, bottom currents, and activity of organisms. Table 2 gives major features of parautochthonous accumulations and references to examples in the literature.

Allochthonous accumulations are defined as originating far from place of death (and also life) of organisms, due to activity of sedimentological agents capable to transport and concentrate organic remains. On the basis of results of studies on skeletal remains there may be differentiated accumulations formed due to transport by bottom, storm, and tidal currents and turbidites and the mode of origin of a concentration of bioclasts reconstructed. Table 3 gives major features of individual types of allochthonous accumulations.

Accumulations of skeletal elements in traps (open fissures in sea floor, submarine caves, channels made by bottom-dwelling organisms) are differentiated as a separate category as transportation mechanism may be different in individual cases.

РЕЗЮМЕ

Генезис накоплений агерматиповой морской бентонической фауны весьма разнообразный. В статье предлагается схема генетической классификации, основанной на различении степени редепозиции фауны. Выделены автохтонные, паравтохтонные и аллохтонные накопления.

Определение степени редепозиции фауны возможно на основании следующих критериев: 1) количество особей в жизненной позиции, 2) дисартикуляция, 3) раскрошение, 4) абразия, 5) ориентация, 6) распределение величины особей, 7) другие предпосылки (литология седиментационные структуры, микрофации и др.).

Автохтонные накопления образовались в месте смерти организмов. Выделены две возможности образования таких накоплений:

- 1) развитие фауны в оптимальных экологических условиях (большая плотность заселения дна, нормальный темп седиментации),
- 2) замедление темпа седиментации (возможна небольшая плотность особей).

Самые характеристические свойства автохтонных накоплений, вместе с примерами взятыми из литературы, составлены в таблице 1.

Паравтохтонные накопления образовались в пределах среды характеристической для проживания при участии седиментологических факторов, которые вызывают увеличение степени концентрации скелетных элементов фауны в осадке. На основании исследования остатков фауны можно выделить накопления, которые образовались при участии штормов, донных и приливных течений, деятельности организмов. Основные свойства отдельных типов паравтохтонных накоплений, вместе с примерами взятыми из литературы, составлены в таблице II.

Аллохтонные накопления образовались далеко от места смерти организмов (вне среды их проживания). Они образуются вследствие деятельности седиментологических факторов, ответственных за транспорт и концентрацию остатков фауны. На основании исследования скелетных элементов организмов можно выделить аллохтонные накопления, которые образовались вследствие транспорта донными течениями, штормовыми, приливными, взвешенными, а также возможно определение способа концентрации биокластического материала. Основные свойства отдельных типов аллохтонных накоплений составлены в таблице III.

Кроме того выделены накопления в ловушках (открытые трещины подводные пещеры, каналы в осадках сделанные организмами), которые могут образоваться под влиянием любого механизма транспорта.