

Życie w otchłani – kontynuacja badań głębokomorskich przez polskich paleontologów w rejonie wyspy Roatán (Honduras)

Przemysław Gorzelak¹, Mariusz A. Salamon²



P. Gorzelak



M.A. Salamon

Life in the depths – continuation of deep-sea research by Polish palaeontologists in the area of Roatán Island (Honduras). *Prz. Geol.*, 72: 460–463; doi: 10.7306/2024.27

A b s t r a c t. The exploration of the deep sea by scientists is extremely difficult and can be risky. Nevertheless, the development of technology in recent times, allowing the construction of safe submarines, has contributed to the significant progress of ocean research. The unique geomorphological features of Roatán Island and the availability of the *Idabel* submersible provide a rare opportunity to explore the Caribbean deep sea, and to study organisms and their environments down to about 800 metres. Our preliminary investigations allowed us to examine crinoid assemblages in detail. Gathered data will hopefully provide us information on their growth, lifespan and ecology, which may be particularly useful in terms of appropriate interpretation of the fossil record.

Keywords: Honduras, echinoderms, crinoids, inter-species relationships, crinoid-sponge association, sampling

Wody oceaniczne pokrywają ok. 70% powierzchni Ziemi, skrywając w sobie ogromną bioróżnorodność. Jednocześnie głębokie oceaniczne należą do najbardziej niedostępnych i najśląbiej zbadanych środowisk na naszej planecie. O ile powierzchnia Księżyca czy Marsa została szczegółowo odwzorowana, o tyle większość podwodnego świata naszej planety pozostaje tajemnicą, a dno głębiny oceanicznych odwiedziło do tej pory niewiele osób. Oceaniczne otchłanie zostały dotychczas przebadane w zaledwie ok. 5%.

Okolice honduraskiej wyspy Roatán, należącej do archipelagu Bahía na morzu Karaibskim, w ostatnich latach, m.in. ze względu na szczególne uwarunkowania geomorfologiczne (bliskość skłonu od brzegu wyspy), cieszyły się zainteresowaniem kilku zespołów badawczych, które przy użyciu batyskafu *Idabel* (ryc. 1) mogły eksplorować faunę oceaniczną do głębokości ok. 800 m (Syverson i in., 2015; Paschall, Waters, 2016; Tornabene i in., 2018; Veitch, Baumiller, 2021; Veitch, 2022; Etnoyer i in., 2022; Gorzelak, Salamon, 2023). Rejon ten jest szczególnie interesujący ze względu na obecność drugiej co do długości rafy barierowej na świecie. Do niedawna ekspedycje naukowe na Morzu Karaibskim wykorzystywały jedynie włoki i pogłębiarki ze statków, dostarczając cennych próbek biologicznych. Jednak różnica w badaniach opartych na batyskafie polega na tym, że badacz może obserwować zwierzęta *in situ*, pozyskując cenne dane m.in. na temat etologii, ekologii czy tafonomii. Kolejną zaletą prowadzenia tego typu badań jest to, że mogą się one odbywać w sposób ukierunkowany i w szeregu czasowym, przy znikomym wpływie na faunę, często w niedostępnych dla włoków miejscach, takich jak strome staliste stoki i podwodne jaskinie czy kaniony (ryc. 2A, B). Z drugiej strony, tego typu badania są kosztowne i ryzykowne (na każde 10 m głębokości podczas zanurzania ciśnienie wzrasta o 1at/bar).

W październiku 2022 r. autorzy niniejszego artykułu po raz pierwszy odwiedzili wyspę. Przy użyciu *Idabel* zeszli wtedy na głębokość 732 m p.p.m. (2400 stóp). Pilo-

tażowe badania pozwoliły udokumentować liczną faunę szkarłupniową oraz dostarczyły cennych danych na temat ich ekologii, etologii, tafonomii i ichnologii (wstępne dane w: Gorzelak, Salamon, 2023). Kolejna, tegoroczna wyprawa polskiego zespołu na Roatán, miała miejsce w lipcu. Motywacją do podjęcia kolejnych badań była przeprowadzona przez Karla Stanleya (konstruktora i pilota *Idabel*) modernizacja batyskafu, który oprócz nowego systemu zasilania, został wyposażony w wysięgnik, który może pobierać próbki z dna morskiego (ryc. 1). Podczas drugiej ekspedycji osiągnięto głębokość 1200 stóp (ok. 366 m). Tym razem, oprócz pozyskania niezwykle cennych danych na temat stanu populacji i etologii tamtejszych szkarłupni, udało się pobrać unikatowe próbki, które będą przedmiotem szczegółowych badań. Kiludziesięciodekagramową próbkę osadu pobrano z głębokości ok. 260 m p.p.m. Poza osadem, w specjalnym czepaku (wykonanego z siatki materiałowej i z... worka po butach; ryc. 1B–C), znalazły się dwa spośród wielu tysięcy osobników żyjących na tym terenie łądzygowych liliowców z rodzajów *Holopus* i *Democrinus* (ryc. 2). Rodzaje te są znane z zapisu kopalnego już od kredy. W szczególności rodzaj *Democrinus* zasługuje na uwagę, bo choć należy do liliowców bezłądzygowych (komatulidów), ma łądzygę i zaliczany jest do tzw. bourguetikrynidów, które zdaniem Hessa i Messinga (2011) wyodrębniły się w wyniku neotenu (zjawisko to polega na tym, że dojrzały płciowo organizm zachowuje cechy właściwe dla młodocianych stadiów rozwojowych jego przodków ewolucyjnych) z komatulidów. Liliowce te tworzą na badanym terenie tzw. łąki liliowcowe (ryc. 2E) (maksymalna gęstość populacji w analizowanym przez nas rejonie wynosi ok. 8 osobników/m²), będące dobrym analogiem do interpretacji masowych nagromadzeń liliowców obserwowanych w stanie kopalnym tworzących tzw. wa- pienie krynoidowe.

Wstępne obserwacje zarówno osadu, jak i liliowców są niezwykle obiecujące. W osadzie natrafiono na szereg

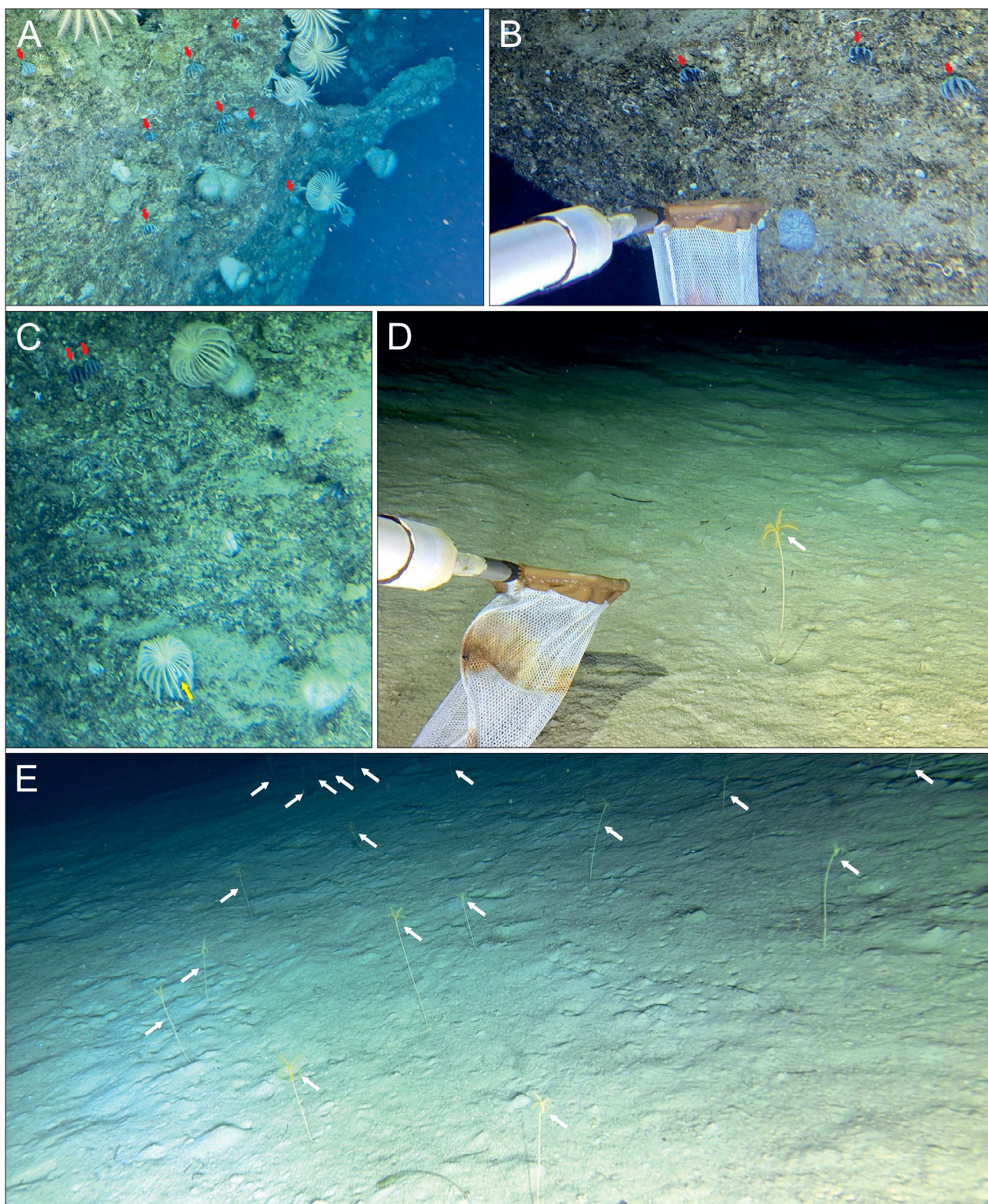
¹ Instytut Paleobiologii PAN, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa; pgorzelak@twarda.pan.pl; ORCID ID: 0000-0001-5706-1881.

² Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski w Katowicach, ul. Będzińska 60; 41-200 Sosnowiec, paleo.crinoids@poczta.fm; ORCID ID: 0000-0001-9399-2798.



Ryc. 1. A – uczestnicy ekspedycji przy batyskafie *Idabel* (P. Gorzelak – z prawej, i M. Salamon – z lewej), B, C – zbliżenie na „czerpak” do porobu próbek z dna oceanicznego. Fot. M. Salamon (A) i P. Gorzelak (B, C)

Fig. 1. A – Participants of the *Idabel* bathyscaphe expedition (P. Gorzelak – right, and M. Salamon – left), B, C – close-up of a “scoop” for taking samples from the ocean floor. Photos: M. Salamon (A) and P. Gorzelak (B, C)



Ryc. 2. Fauna na głębokości 360–260 m p.p.m. **A–C** – strome bloki skalne z cyrtokrynidami *Holopus* cf. *mikihe* (czerwone strzałki) stowarzyszone z izokrynidami *Endoxocrinus parrae carolinae* (przykładowy ślady regeneracji ramion – żółta strzałka) i gąbkami (głębokość ok. 360 m p.p.m.); **D, E** – liliowce łodygowe z rodzaju *Democrinus* (białe strzałki), głębokość ok. 260 m p.p.m. Fot. P. Gorzelak (A, D, E), M. Salamon (B, C)

Fig. 2. Fauna at a depth of 360–260 m b.s.l. **A–C** – steep rock blocks with cyrtocrinids *Holopus* cf. *mikihe* (red arrows) associated with isocrinids *Endoxocrinus parrae carolinae* (an example of traces of arm regeneration – yellow arrow) and sponges (depth approx. 360 m b.s.l.); **D, E** – stalked crinoids of the genus *Democrinus* (white arrows), depth approx. 260 m b.s.l. Photo by P. Gorzelak (A, D, E), M. Salamon (B, C)

otwornic oraz szczątków bezkręgowców, w tym fragmentów obumarłych liliowców i jeżowców. Planuje się przeprowadzenie datowań radiowęglowych zarówno pobra-

nych liliowców, jak i ich szczątków rozproszonych w osadzie. Ich celem będzie określenie długości życia liliowców oraz estymacja uśrednienia czasowego, co może mieć zna-

czenie w kontekście interpretacji rozdzielczości czasowej próbek paleontologicznych zawierających liliowce. Dotychczasowe badania, opierające się wyłącznie na pośrednich danych dotyczących tempa wzrostu, sugerowały tylko, że długość życia liliowców może się wahać od kilkunastu do kilkudziesięciu lat (przegląd w: Syverson i in., 2015). Równie ograniczona jest nasza wiedza na temat rozdzielczości czasowej zapisu kopalnego, która opiera się w dużej mierze na datowaniu małżów holocenijskich. Dane te pokazują, że typowe próbki paleontologiczne mogą być mieszane czasowo w skalach czasowych od stuleci do tysięcy lat (np. Kowalewski i in., 2016). Wydaje się więc, że skamieniałości zachowane w obrębie jakiejś warstwy mogą reprezentować organizmy, które żyły w zupełnie różnym czasie. Jak pokazały niedawne badania na jeźowcach, rozdzielczość czasowa próbek może różnić się znacząco w zależności od taksonów i środowisk (od kilkunastu do kilku tysięcy lat) (np. Kowalewski i in., 2017; Nawrot i in., 2022). W odniesieniu do liliowców i/lub systemów depozycyjnych głębszych akwenów podobne badania nie były prowadzone, a wydają się być szczególnie ważne zważywszy na fakt, że liliowce w przeszłości często miały znaczenie skałotwórcze i zamieszkiwały różne środowiska.

Obecne obserwacje *in situ*, nawet bez datowań radiowęglowych, mogą dostarczyć cennych danych na temat długości życia liliowców. Dla przykładu, w trakcie opisanej ekspedycji zauważono spektakularną asocjację dorosłych osobników izokrynidów *Endoxocrinus parrae carolinae* przytwierdzonych do gąbki „szklanej” na głębokości 366 m p.p.m. (ryc. 3 – patrz okładka). Pierwsze spostrzeżenie tej wyjątkowej asocjacji zostało poczynione w 2010 r. (Karl Stanley, informacja ustna). Biorąc pod uwagę ich rozmiar i szacunkowe tempo wzrostu, można z całą pewnością stwierdzić, że wiek tych liliowców to minimum kilkadziesiąt lat. Bliższa obserwacja tej asocjacji dostarczyła również spektakularnych i nierejestrowanych wcześniej przez innych badaczy danych na temat interakcji antagonistycznych (artykuł w przygotowaniu). W pobliżu liliowców zaobserwowano żerujące ryby. Do tej pory tego typu interakcje były dokumentowane, z jednym wyjątkiem (Conan i in., 1981), w odniesieniu tylko do płytkowodnych bezłodygowych liliowców – komatulidów (przegląd np. w: Meyer, Ausich, 1983). Może to być bezpośredni dowód (oprócz powszechnie występujących śladów regeneracji ramion – ryc. 2C – będących pośrednim świadectwem na interakcje drapieżnik–ofiara) potwierdzający często wysuwane hipotezy mówiące o tym, że ryby są ważnymi drapieżnikami liliowców i że w przeszłości geologicznej stanowiły istotny czynnik w ewolucji liliowców (np. Baumiller, Gahn, 2003, 2004).

PODSUMOWANIE

Eksploatacja dna oceanu przez naukowców jest niezwykle trudna i bywa niebezpieczna. Niemniej jednak, rozwój technologii w ostatnich czasach, pozwalający na konstruowanie bezpiecznych łodzi podwodnych czy bezzałogowych dronów podwodnych, znacząco przyczynił się do postępu w badaniach oceanicznych (ale patrz tragiczny przykład batyskafu *Titan*). Dogodne uwarunkowania geomorfologiczne wyspy Roatán (bliskość skłonu oceaniczne-

go od brzegu wyspy) i dostępność sprawdzonego batyskafu *Idabel* (liczba nurkowań ponad 1850) daje unikatową możliwość eksploracji głębin Morza Karaibskiego, dostarczając cennych danych na temat bioróżnorodności, tafonomii i sedymentologii tamtejszych środowisk, co może być przydatne również dla paleontologów w kontekście lepszego zrozumienia zapisu kopalnego.

Autorzy pragną podziękować Recenzentowi za szereg cennych wskazówek. Szczególne podziękowania kierujemy do Karla Stanleya – konstruktora i pilota *Idabel*, który w wieku 15 lat zbudował swój pierwszy batyskaf. Dziękujemy za wprowadzenie nas w fascynujący świat eksploracji głębokomorskiej.

LITERATURA

- BAUMILLER T.K., GAHN F.J. 2003 – Predation on Crinoids. [W:] KELLEY P.H., KOWALEWSKI M., HANSEN T.A. (red.), Predator-Prey Interactions in the Fossil Record. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York: 263–278.
- BAUMILLER T.K., GAHN F.J. 2004 – Testing Predator-Driven Evolution with Paleozoic Crinoid Arm Regeneration. *Science*, 305: 1453–1455.
- CONAN G., ROUX M., SIBUET M. 1981 – A photographic survey of a population of the stalked crinoid *Diplocrinus (Annacrinus) wyvillethomsoni* (Echinodermata) from the bathyal slope of the Bay of Biscay. *Deep Sea Research Part A. Oceanogr. Res. Pap.*, 28: 441–453.
- ETNOYER P.J., MESSING C.G., STANLEY K.A., BAUMILLER T.K., LAVELLE K., SHIRLEY T.C. 2022 – Diversity and time-series analyses of Caribbean deep-sea coral and sponge assemblages on the tropical island slope of Isla de Roatán, Honduras. *Marine Biodiversity*, 52: 8.
- GORZELAK P., SALAMON M.A. 2023 – Eksploracja głębin Morza Karaibskiego w rejonie wyspy Roatán (Honduras) przez polskich paleontologów – terażniejszość kluczem do poznania przeszłości. *Prz. Geol.*, 71 (2): 71–81.
- HESS H., MESSING C.G. 2011 – Treatise on Invertebrate Paleontology. Part T, Echinodermata 2, Crinoidea 3: 1–262; The University of Kansas, Paleontological Institute (Lawrence).
- KOWALEWSKI M., GOODFRIEND G.A., FLESSA K.W. 2016 – High-resolution estimates of temporal mixing within shell beds: the evils and virtues of time-averaging. *Paleobiology*, 24: 287–304.
- KOWALEWSKI M., CASEBOLT S., HUA Q., WHITACRE K.E., KAUFMAN D.S., KOSNIK M.A. 2017 – One fossil record, multiple time resolutions: Disparate time-averaging of echinoids and mollusks on a Holocene carbonate platform. *Geology*, 46: 51–54.
- MEYER D., AUSICH W.I. 1983 – Biotic interactions among Recent and fossil crinoids. [W:] Tevesz M.J.S., McCall P.L. (reds.), *Biotic Interactions in Recent and Fossil Benthic Communities* Plenum, New York: 377–427.
- NAWROT R., BERENSMEIER M., GALLMETZER I., HASELMAIR A., TOMAŠOVÝCH A., ZUSCHIN M. 2022 – Multiple phyla, one time resolution? Similar time averaging in benthic foraminifera, mollusk, echinoid, crustacean, and otolith fossil assemblages. *Geology*, 50: 902–906.
- PASCHALL O., WATERS J.A. 2016 – Estimated predation rate of the stalked bourgueticrinid (Crinoidea) *Democrinus* from Roatán, Honduras: Predation on *Democrinus*. *Geol. J.*, 52: 10.1002/gj.
- SYVERSON V.J., MESSING C.G., STANLEY K., BAUMILLER T.K. 2015 – Growth, injury, and population dynamics in the extant cyrtocrinid *Holopus mikihe* (Crinoidea, Echinodermata) near Roatán, Honduras. *Bull. Mar. Sci.*, 91: 47–61.
- TORNABENE L., ROBERTSON D.R., BALDWIN C.C. 2018 – A new species of *Lipogramma* from deep reefs of Roatán, Honduras (Teleostei, Grammatidae). *ZooKeys*, 809: 79–95.
- VEITCH M.A. 2022 – Reflecting the Past in the Present: How Studying Living Crinoids Sheds Light on Their Fossil Record. PhD thesis. *Earth Environ. Sci. Univ. Michigan, Ann Arbor*: 1–187.
- VEITCH M.A., BAUMILLER T.K. 2021 – Low predation intensity on the stalked crinoid *Democrinus* sp. (Echinodermata) in Roatán, Honduras reveals deep water as likely predation refuge. *Bull. Mar. Sci.*, 97: 107–128.

Praca wpłynęła do redakcji 14.08.2024 r.

Akceptowano do druku 26.08.2024 r.

PRZEGLĄD

GEOLOGICZNY



TOM 72 Nr 9 (WRZESIEŃ) 2024

Indeks 370908 ISSN-0033-2151



Ocena możliwości występowania wodoru w bloku dolnośląskim

Życie w otchłani – badania głębokomorskie w rejonie wyspy Roatán (Honduras)

Zdjęcie na okładce: Osiem osobników *Endoxocrinus parrae carolinae* stowarzyszonych z komatulidami *Neocomatella pulchella* (pomarańczowe) i *Crinometra brevipinna* (żółte) na gąbce „szklanej”, głębokość 366 m. Fot. P. Gorzelak (patrz artykuł P. Gorzelaka i M.A. Salomona na str. 460)

Cover photo: Eight specimens of *Endoxocrinus parrae carolinae* with comatulids *Neocomatella pulchella* (orange) and *Crinometra brevipinna* (yellow) on a hexactinellid sponge, depth 366 m p.p.m. Photo by P. Gorzelak. (see the article by P. Gorzelak and M.A. Salomon on page 460)