

## ZDARZENIA JURA ŚRODKOWA – JURA GÓRNA I ICH IMPLIKACJE

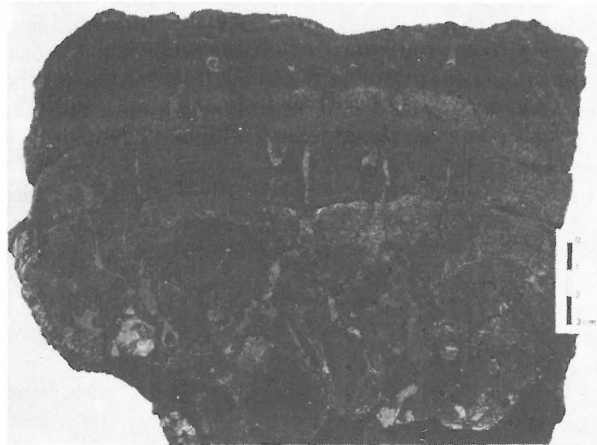
UKD 56.017.2:551.762.2/3

Badania nad zdarzeniami z granicy jury środkowej i górnej podjęliśmy na początku lat osiemdziesiątych, w związku z próbą wyjaśnienia przerw w sedymentacji oraz powstania kieszeni korozyjnych w profilach Hiszpanii (13). Zjawiska te, powszechne na obszarze mediterańskim, jak i w innych częściach świata, wyjaśniliśmy jako efekt nałożenia się kryzysów w sedymentacji klastycznej i węglanowej (4). Pierwszy z tych kryzysów powiązaliśmy z zaawansowaniem transgresji, a stąd ze zmniejszeniem potencjalnych obszarów alimentacyjnych i dostawy materiału klastycznego do zbiorników morskich. Z kolei kryzys w sedymentacji węglanowej, który także ostatnio doczekał się potwierdzenia (11), tłumaczyliśmy jako wynik znacznego podniesienia poziomu kompensacji węglanu wapnia (CCD), w związku z ożywieniem podmorskiej działalności magmowej wzdłuż grzbietów oceanicznych lub też fazą działalności wulkanicznej. Znaczne zintensyfikowanie działalności magmowej w warunkach transgresji prowadzi do nałożenia kryzysów w sedymentacji klastycznej i węglanowej, a stąd do powstania wyraźnej anomalii geochemicznej w osadach. Taką anomalię stwierdziliśmy właśnie w osadach z pogranicza jury środkowej i górnej w profilach południowej Polski, a następnie Hiszpanii (5, 6). Anomalia ta okazała się bardzo silna (Ni do ok. 950 ppm, Co do ok. 160 ppm, itd.), nawet w porównaniu z anomaliami ilów oceanicznych. Ponadto stosunek  $(Fe + Mn):Al$  – stosowany w ostatnich latach dla oceny udziału metali pochodzących z erozji obszarów lądowych do wytrąceń związanych z ekshalacjami podmorskimi – jest tu znacznie wyższy od jedności i wskazuje na wyraźną dominację tego ostatniego źródła. Wielkość stwierdzonej anomalii sugeruje, że powinna ona mieć ogólnoswiatowy zasięg i rzeczywiście dalsze badania wykazały, że można ją prześledzić w arktycznej Kanadzie (T. Poulton, *vide* 7), a z przeglądu literatury wynika, że należy oczekiwać jej potwierdzenia i na innych kontynentach. Dane te pozwoliły na stwierdzenie, że zjawiska obserwowane na granicy jury środkowej i górnej można tłumaczyć jako wynik fazy wzmoczonej aktywności magmowej, zachodzącej w warunkach postępującej transgresji, a stąd w warunkach nakładania się kryzysów w sedymentacji klastycznej i węglanowej. Taka interpretacja okazała się zbieżna z cyklem fluktuacji w szybkościach i kierunkach spredingu dna oceanicznego, postulowanym przez zespół J. Campsiego (Ocean Study Group, Kopenhaga) w rozszerzeniu modelu z 1986 r. (16). Dalszym potwierdzeniem takiego rozważania było stwierdzenie obecności materiału pirogenicznego w warstwach granicznych oraz efektów ruchów blokowych. Niemniej badania nasze wykazały bardziej złożony charakter zdarzeń z granicy jury środkowej i górnej.

W trakcie analizy anomalii geochemicznej z profili południowej Polski i Hiszpanii M. Żbik zwrócił uwagę na jej „kosmiczny” charakter, to jest wysokie zawartości Ni, Co i Cr. To skłoniło nas do przeprowadzenia prób

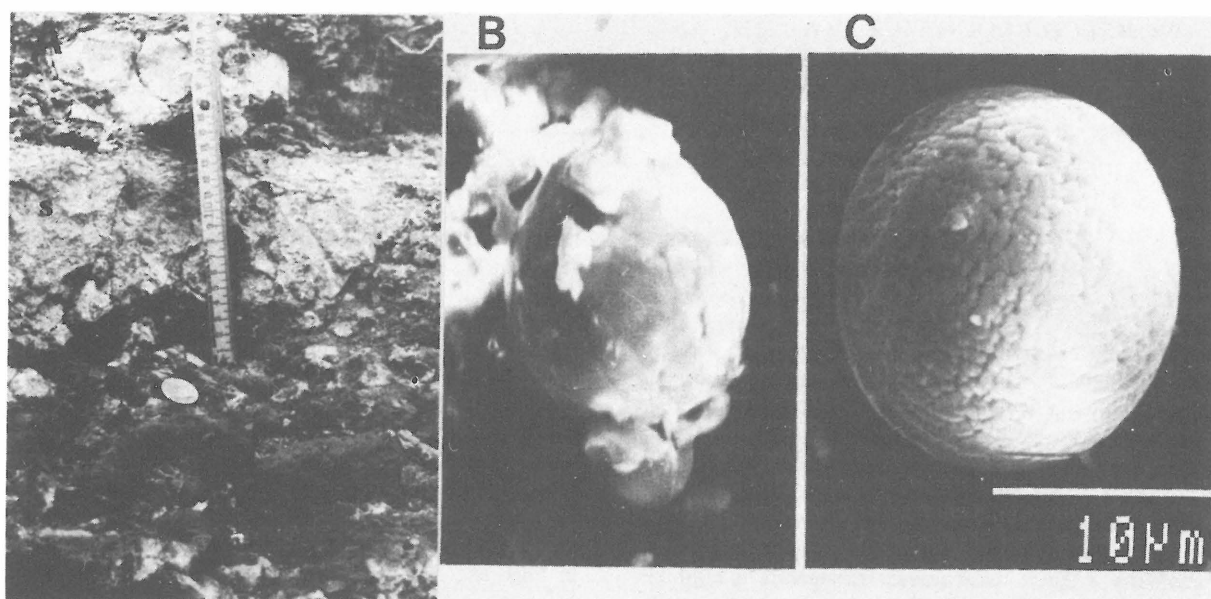
separacji materiału kosmicznego, które wykazały obecność bardzo licznych sferul magnetycznych, powstałych w wyniku ablacji ciała, czy też ciał kosmicznych w trakcie przechodzenia przez atmosferę ziemską (4, 18). Badania tego materiału wyseparowanego głównie z próbek z profili polskich i hiszpańskich są kontynuowane w laboratoriach Interkosmosu, NASA, Uniwersytetu Tokijskiego i innych. Niemniej można już stwierdzić, że wzbogacenie jest tu znacznie większe niż w ilach oceanicznych, co przemawia przeciwko superkondensacji (zwłaszcza w odniesieniu do stromatolitu z granicy jury środkowej i górnej w profilu Wrzosowej).

Wyżej wspomniana, zadziwiająco wysoka koncentracja sferul kosmicznych była przyczyną, dla której wysunęliśmy hipotezę o związku zdarzeń z rozważanej granicy z upadkiem jednego lub więcej ciał kosmicznych (4). W ten sposób włączyliśmy się do dyskusji wokół hipotezy D. Raupa i J. Sepkoskiego (15), wiążącej epizody masowego wymierania z wydarzeniami o charakterze katastroficznym, wywołanymi przez upadki dużych ciał kosmicznych. Dalsze nasze prace, prowadzone już wspólnie z czołowymi laboratoriami radzieckimi i amerykańskimi pozwoliły na udokumentowanie anomalii irydowej oraz wysokociśnieniowego kwarcu, uważanego za potwierdzający kosmiczny charakter wydarzeń granicznych (1). Bardzo obiecujące okazują się też wyniki badań izotopów tlenu i węgla z profili południowej Polski, wskazujące na anomalie co najmniej porównywalne z anomaliami z granicy kreda/trzeciorzęd, jak i badania izotopowe materiału kosmicznego z warstw granicznych, prowadzone przez M. Żbika z zespołem Uniwersytetu Tokijskiego. Te



Ryc. 1. Naszlif stromatolitu oraz stropowej części warstwy bulastej z profilu Wrzosowa (Częstochowa). Uwagę zwraca bezładna orientacja klastów i bioklastów oraz silne skorodowanie rostrów belemnitów. Fot. A. Pawłow

Fig. 1. Polished section of stromatolite and top part of "nodular" layer from the Wrzosowa section (Częstochowa). Note random orientation of clasts and bioclasts and advanced corrosion of belemnite rostra. Photo by A. Pawłow



Ryc. 2. Profil pogranicza jury środkowej i górnej ze wzgórza Wrzosowa (Częstochowa) (A) oraz sferule magnetyczne kosmicznego pochodzenia (B i C), wyseparowane ze stromatolitu (s).  
Fot. K. Szatkowski (A) i M. Żbik (B i C)

Fig. 2. Section of Middle-Upper Jurassic boundary beds from the Wrzosowa hill (Częstochowa) (A) and magnetic spherules of cosmic origin (B and C), found in stromatolite (s). Photos by K. Szatkowski (A) and M. Żbik (B and C)

ostatnie badania zdają się wskazywać na pochodzenie tego materiału spoza układu słonecznego.

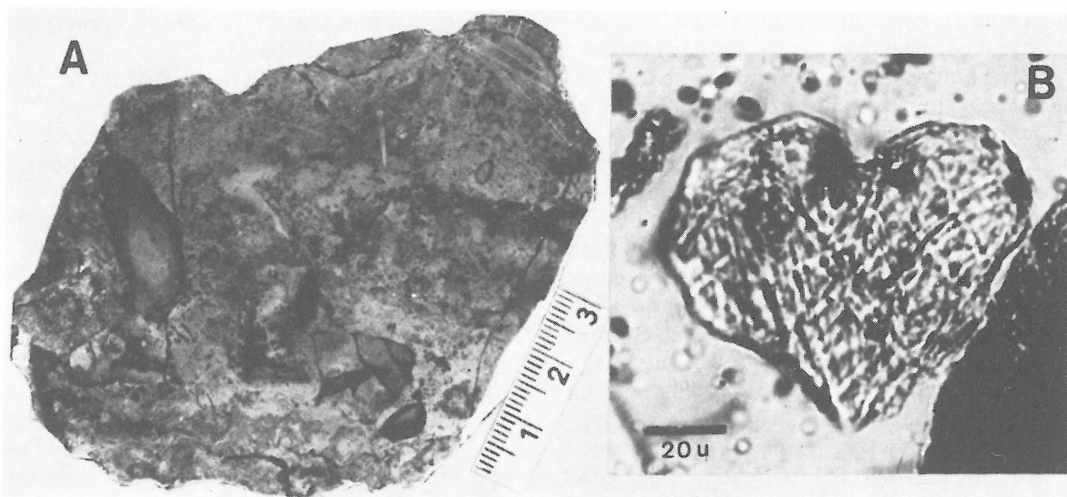
Głównymi problemami, jakie pozostają do rozwiązania w odniesieniu do jury środkowej i górnej, to kwestia, czy omawiane tu wydarzenia miały rzeczywiście zasięg ogólnosiwiatowy oraz w jakim przedziale czasowym one zachodziły. Innymi słowy pozostaje do rozwiązania kwestia, czy na przełomie jury środkowej i górnej zdarzyła się katastrofa kosmiczna, wywołana upadkiem jednego lub więcej ciał kosmicznych i prowadząca do rozległych zmian w skali globalnej, czy też dzięki lukom i kondensacjom rejestrujemy jedynie ślady deszczów meteorytów lub komet, wywołujących poważniejsze efekty co najwyżej w skali lokalnej. Badania dotyczące zdarzeń z granicy jury środkowej i górnej były przez nas dotychczas prowadzone na podstawie profili rozwiniętych w facjach węglanowych, czyli właśnie charakteryzujących się licznymi lukami i znacznymi kondensacjami, utrudniającymi analizę stratygraficzną. Trudności te zwiększają ponadto zjawiska redepozycji, które były niestety nie doceniane, czy wręcz nie dostrzegane w dotychczasowych badaniach, co prowadziło do błędów zarówno w określaniu zasięgów stratygraficznych poszczególnych taksonów, jak i wieku skał. Dlatego nie może dziwić, że J.H. Callomon uważa dokładność podziałów stratygraficznych osadów pogranicza keloweju i oksfordu południowej Polski za niedostateczną do ustalania ich izochroniczności. W tej sytuacji zadaniem pierwszoplanowym staje się ponowna analiza stratygraficzna tych osadów.

W naszych badaniach za punkt wyjścia przyjęliśmy sztormowy charakter osadów tworzących warstwę zwaną bulastą i ich szerokie rozprzestrzenienie (od Hiszpanii przez środkową Europę, aż po Morze Kaspijskie – por. 4–7) oraz jej bardzo silny sygnał geochemiczny. Uznaliśmy, iż sygnał ten wskazuje na istotne zmiany w chemizmie środowiska sedymentacyjnego na przełomie keloweju i oksfordu, potwierdzone przez rozwój specyficznych stromatolitów bakteryjno-grzybowych (5, 6). Ujęcie takie jest stosowane ostatnio (8) także i w odniesieniu do granicy kreda/trzecieorzęd. Anomalnie wysokie koncen-

tracje pierwiastków śladowych, tłumaczone jako efekt znaczących zmian w chemizmie środowiska, uznaje się za wyznaczające izochroniczny horyzont przewodni. Dalszym testem tak wyznaczonego horyzontu granicznego są analizy izotopowe i nieporównywalnie bardziej kosztowne analizy irydowe, poszukiwania minerałów wysokociśnieniowych oraz badania paleontologiczne. Tu należy zauważyć, że potencjał fosylizacji był równy zeru w trakcie powstawania warstwy bulastej, a skamieniałości w niej występujące są redeponowane.

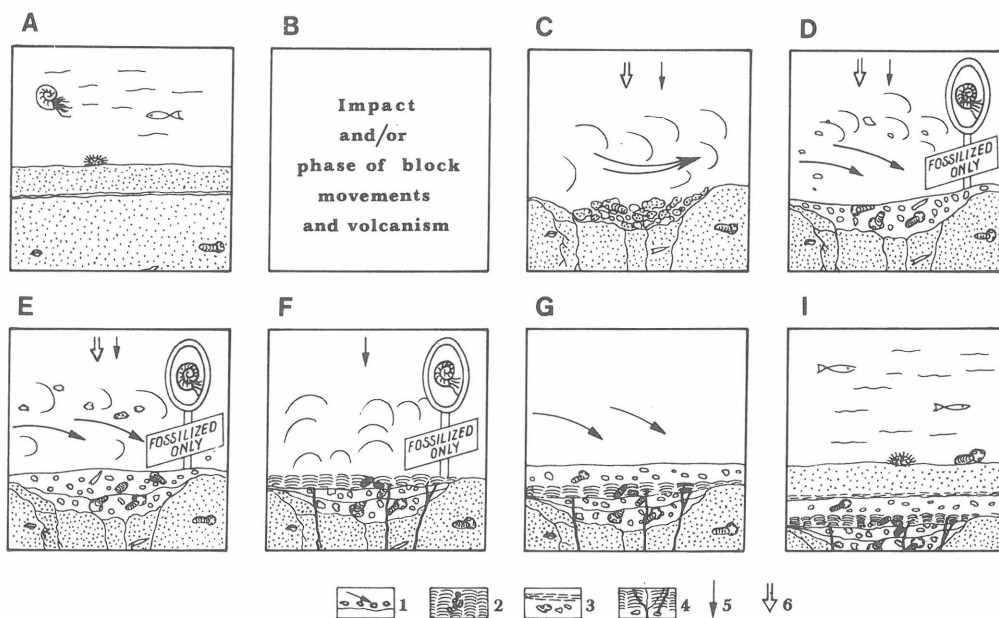
W datowaniu warstwy bulastej oparliśmy się na profilach hiszpańskich, w których osad uniknął dalszej redepozycji dzięki złożeniu w głębokich (do ok. 1,5 m) kieszeniach korozyjnych, a także z obszaru na NW od Ricli, w których stwierdza się 200-metrową sekwencję wapieni kelowejskich nie zaburzonych aż do stropu, oraz profilu Zalas w południowej Polsce, w którym najmłodsze z redeponowanych skamieniałości – amonity typowe dla poziomu *Lamberti* – wykazują plastyczne deformacje, świadczące o ich słabej diagenezie w momencie redepozycji. Na podstawie tych danych główną fazę zdarzeń z granicy jury środkowej i górnej datujemy na następujący przedział czasu: po podpoziomie *Trezeense* poziomu *Athleta*, a przed końcem podpoziomu *Lamberti* poziomu *Lamberti*, a najprawdopodobniej podpoziom *Lamberti*. Takie ujęcie znajduje poparcie w wynikach analiz profilów z Burgundii (por. 6) oraz wyżej wspomnianych profilów arktycznej Kanady, gdzie w warstwie ilastej charakteryzującej się wysokimi zawartościami pierwiastków śladowych także stwierdzono amonity, najprawdopodobniej typowe dla wyższej części podpoziomu *Lamberti*. Obecnie można już stwierdzić, że ślady tych wydarzeń uda się prześledzić także w profilach rozwiniętych w facjach ilastych i to bardziej kompletnych, co powinno przyczynić się do uściślenia ich datowania.

W sumie należy stwierdzić, że dotychczasowe wyniki badań nad zdarzeniami z granicy jury środkowej i górnej okazują się bardzo istotne dla toczącej się dyskusji nt. charakteru takich zdarzeń z innymi granic (2, 3, 9, 10, 14, 16). Anomalie irydowe i izotopowe są bowiem tego



Ryc. 3. Fragment warstwy bulastej z profilu Pozuel del Campo (pasma iberyjskie, Hiszpania) oraz znalezione w nim ziarno kwarcu wysokociśnieniowego z ok. 6 systemami dekorowanych struktur planarnych. Fot. M. Fijałkowski (A) i K. Szatkowski (B)

Fig. 3. Polished section of a fragment of "nodular" layer from the Pozuel del Campo section (Iberian Chain, Spain) and a grain of shocked quartz with about 6 systems of decorated planar features, found in that sample. Photos by M. Fijałkowski (A) and K. Szatkowski (B)



Ryc. 4. Główne etapy powstawania warstw pogranicza jury środkowej i górnej

Fig. 4. Major phases in formation of Middle-Upper Jurassic boundary beds

A – spokojne warunki sedymentacji sprzed wydarzenia o charakterze katastroficznym, B – impakt dużego ciała kosmicznego i/lub faza ruchów blokowych i działalności wulkanicznej, C–E – przemieszczanie nieskonsolidowanego osadu i pokruszonych skał podłoża przez fale typu tsunami i supersztormy, prowadzące do powstania warstwy bulastej, F – ekshalacje podmorskie prowadzące do powstania stromatolitów stabilizujących osad, G – kolejna faza redepozycji, I – początek sedymentacji pakietu margli i wapieni marglistych; 1 – redepozycja, 2 – stromatolit z klastami, 3 – warstwa z redeponowanymi onkoidami i klastami oraz przykrywająca ją warstewka iltu, 4 – żyły hydrotermalne, 5 – wytrącanie związków Fe, Mn i innych metali z wody morskiej, 6 – opad pyłu kosmicznego i ejecta

A – quiet sedimentary environment from before the catastrophic event, B – impact of a large cosmic body and/or a phase of block movements and volcanic activity, C–E – redeposition of unconsolidated sediments and crushed rocks by tsunami-type waves and superstorms, leading to origin of "nodular" layer, F – subaqueous exhalations leading to formation of sediment-stabilizing stromatolites, G – a successive phase of redeposition, I – onset of sedimentation of a packet of marls and marly limestones; 1 – redeposition, 2 – stromatolite with clasts and bioclasts, 3 – layer with redeposited oncooids and clasts, covered by clay layer, 4 – hydrothermal veins, 5 – precipitation of compounds of Fe, Mn and other metals, 6 – fall of cosmic dust and ejecta

samego rzędu co na klasycznej już granicy kreda/trzeciorzęd, kwarc wysokociśnieniowy został już stwierdzony w Polsce i Hiszpanii (ryc. 3), a żadnej z badanych dotychczas granic nie cechuje takie wzbogacenie w materiał pochodzący z ablacji ciała czy ciał kosmicznych.

Sekwencja zdarzeń proponowana przez nas dla wyjaśnienia zjawisk z granicy jury środkowej i górnej obejmuje (ryc. 4): 1) wydarzenie katastroficzne wywołane upadkiem jednego lub więcej dużych ciał kosmicznych, powodujące powstanie bardzo silnej fali P i stąd 2) faza ruchów blokowych i trzęsień ziemi, 3) fale typu tsunami i/lub supersztormy prowadzące do redepozycji nie skonsolidowanego osadu, jak i materiału skalnego pokruszonego w wyniku trzęsień ziemi, 4) działalność wulkaniczna i hydrotermalna oraz związane z nią tworzenie się stromatolitów bakteryjno-grzybowych, jakie są w stanie uchronić osady sztormowe przed dalszą redepozycją, oraz 5) opad materiału pochodzącego z ablacji ciała czy ciał kosmicznych oraz ejecta i pyłu wulkanicznego, a także wytrącanie nadmiaru metali z wody morskiej, prowadzące do powstania anomalii geochemicznej. Należy tu zauważyć, że przeciwnicy wydarzeń kosmicznych coraz częściej proponują podobną sekwencję zdarzeń, w której przyczyną mają być eksplozje wulkaniczne o niespotykanej sile (por. 9, 10, 12, 14). To ostatnie rozwiązanie nie tłumaczy jednak stwierdzanych anomalii irydowych, jak i kwarcu wysokociśnieniowego (1) i produktów ablacji.

Wymieranie na granicy jury środkowej i górnej wydaje się raczej niewielkie w porównaniu z innymi granicami ze schematu D. Raupa i J. Sepkoskiego (15). U amonitów obserwuje się zmiany na szczeblu podrodziny, z wyjątkiem grup uważanych za głębokowodne (oppeliidy, phyllocerasy i lytocerasy). Zmiany te można wyjaśnić jako wymieranie wyspecjalizowanej fauny wskutek stresu środowiskowego, wywołanego przez impakt i wynikłe stąd procesy. Jednakże, jak to już wykazywaliśmy uprzednio, gromadzi się coraz więcej dowodów na niedocenienie faktycznej skali wymierania na tej granicy, ze względu na niedostrzeżenie zjawiska redepozycji w dotychczasowych badaniach stratygraficznych i paleontologicznych. Dlatego też ponowne badania wydają się niezbędne, w celu wyeliminowania skamieniałości kelowejskich z list skamieniałości oksfordu. Ze względu na techniki preparacji, dotyczy to zwłaszcza mikrofauny, ale można też wskazać na wiele przykładów odnoszących się do makrofauny.

#### L I T E R A T U R A

1. Alexopoulos J.S., Grieve R.A.F., Robertson P.B. — *Geology*, 1988 vol. 16 nr 9 s. 796—799.
2. Alvarez L. — *Phys. Today*, 1987 vol. 40 nr 7 s. 24—33.
3. Alvarez W. — *EOS Transactions*, 1986 vol. 67 nr 35 s. 649—658.
4. Brochwicz-Lewiński W. i in. — *Prz. Geol.*, 1984 nr 5 s. 285—291.
5. Brochwicz-Lewiński W. i in. — *Ibidem*, nr 12 s. 647—650.
6. Brochwicz-Lewiński W. i in. — *Ibidem*, 1986 nr 2 s. 83—87.
7. Brochwicz-Lewiński W. i in. — *Ibidem*, 1987 nr 8—9 s. 470—472.
8. Brooks R.R., Hoek P.L. i in. — *N. Z. Journal of Geol. and Geophys.*, 1986 vol. 29 nr 1 s. 1—8.

9. Chapman Ch.R. — *EOS Transactions*, 1989 vol. 70 nr 14 s. 217—218.
10. Chapman Ch.R. — *Ibidem*, nr 32 s. 764.
11. Dromart G. — *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecology*, 1989 vol. 69 nr 1 s. 23—43.
12. Hooper P.R. — *EOS Transactions*, 1989 vol. 70 nr 32 s. 764.
13. Melendez G. i in. — *Bull. Acad. Polon. Sc.: Terre*, 1982 vol. 30 nr 3—4 s. 157—172.
14. Officer Ch.B., Drake Ch.L. — *EOS Transactions*, 1989 vol. 70 nr 25 s. 659—661.
15. Raup D.M., Sepkoski J.J. Jr. — *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 1984 vol. 81 s. 801—805.
16. Rich J. i in. — *Palaeoceanography*, 1986 vol. 1 s. 85—95.
17. Shaw H. — *EOS Transactions*, 1987 vol. 68 nr 50 s. 1651—1665.
18. Zolensky M. i in. — *XVI Lunar and Planetary Science Conf., Houston 1985, Abstracts. Lunar and Planetary Science Institute, Houston*, 1985 vol. 2 s. 940—941.

#### S U M M A R Y

The hitherto obtained results of studies of the Middle/Upper Jurassic boundary events (M-UJ) appear fairly important for the continuing discussion on the hypothesis (15) linking mass extinction events with catastrophic ones caused by impacts of large cosmic bodies. Iridium and isotope anomalies from M-UJ boundary appear to be of the same order as those from the Cretaceous/Tertiary boundary, shocked quartz was found in Polish and Spanish sections, and boundary were layers shown to be highly enriched in ablation spherules. There remains a question whether we are dealing with effects of cosmic catastrophe resulting from impact of one or more large cosmic bodies and leading to significant global changes or merely minor meteorite showers leading to local changes.

Up to the present, effects of redeposition used to be underestimated or even completely neglected in stratigraphic studies of the boundary section. This makes it necessary to carry out reanalyses of the sections in order to obtain more firm time brackets for the events. On the basis of the available data and using approach similar to that of R.R. Brooks et al. (8) we are inclined to date the major events at the Lamberti subzone of the Lamberti zone. The scale of extinction also appears underestimated and it would need to carry out revisions of individual fossils to eliminate Callovian taxa from lists of the Oxfordian to obtain more appropriate estimates.

*Translated by authors*

#### Р Е З Ю М Е

Полученные до сих пор результаты исследований событий на границе средней и верхней юры являются очень существенными для обсуждения гипотезы связывающей эпизоды массового вымирания с событиями катастрофического характера, вызванными падением больших космических тел (15). Иридные и изотопные аномалии того же порядка что на классической уже границе мел/третичный период; кварц высокого давления был уже обнаружен в Польше и Испании, а кроме того наблюдается значительное обогащение материалом происходящим из абляции космического тела или тел. Не решен еще во-