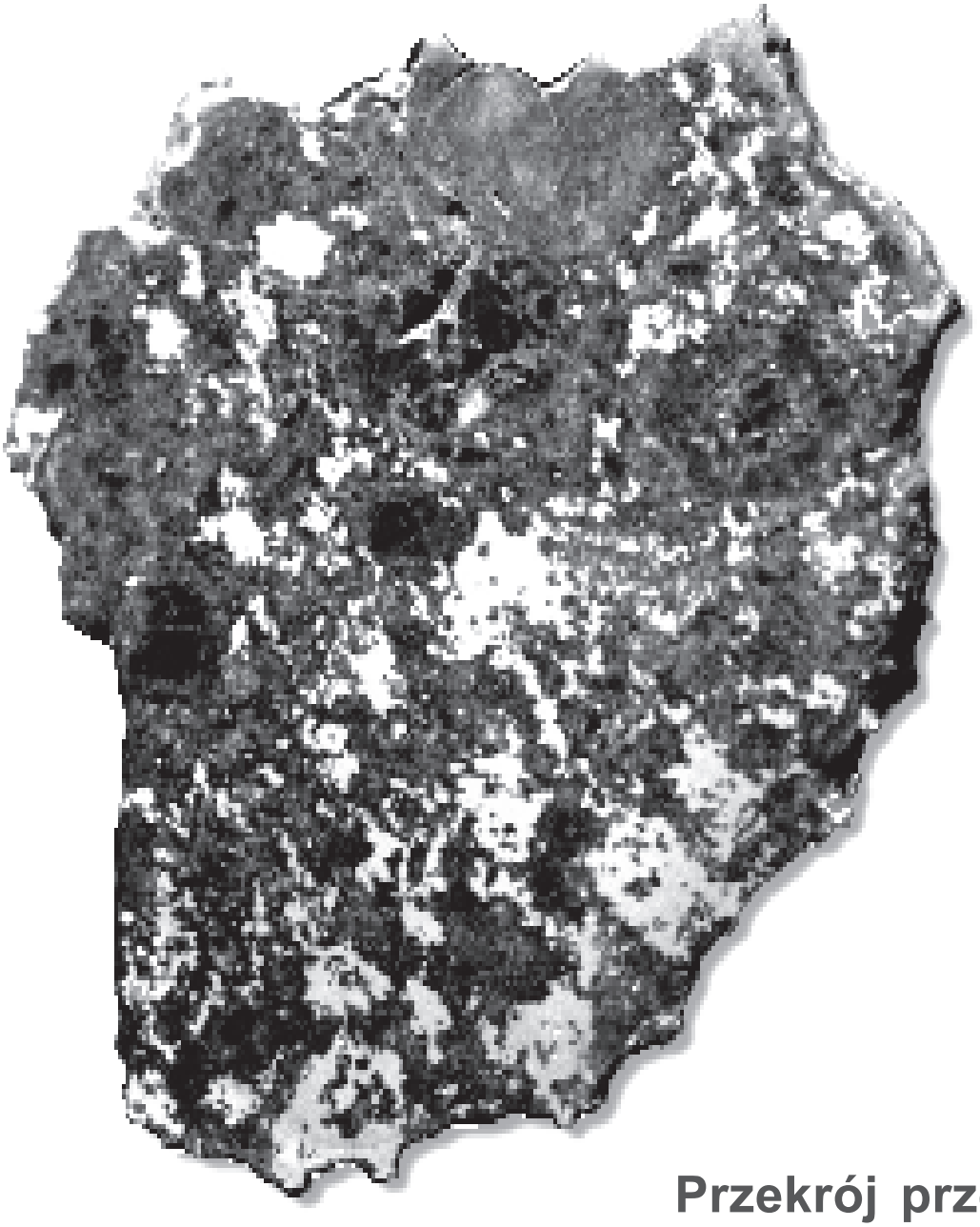
BIULETYN MIŁOŚNIKÓW METEORYTÓW

METEORYT

Nr 2 (22) Czerwiec 1997



Przekrój przez mezosyderyt Łowicz

(o mezosyderytach czytaj na str. 3)

Meteoryt – biuletyn dla miłośników meteorytów wydawany przez Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne, Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku i Pallasite Press – wydawcę kwartalnika Meteorite! z którego pochodzi większa część publikowanych materiałów.

Redaguje Andrzej S. Pilski

Skład: Jacek Drążkowski

Adres redakcji:
skr. poczt. 6,
14-530 Frombork,
tel. (0-55-43) 73-92.

Biuletyn wydawany jest kwartalnie i dostępny wyłącznie w prenumeracie. Roczna prenumerata wynosi w 1997 roku 10 zł. Zainteresowanych prosimy o wpłacenie tej kwoty na konto Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego nr:

15401072-3724-36001-00-01

w BOŚ SA O/Olsztyn,
zaznaczając cel wpłaty.

Wcześniejsze roczniki powielane są na zamówienie za opłatą równą wysokości aktualnej prenumeraty.

Meteorite! Online

http://www.meteor.co.nz

Meteorite! is published quarterly by Pallasite Press, P.O. Box 33-1218, Takapuna, Auckland, New Zealand. One year subscription is $US27. Payment may be made by check, VISA, MasterCard, or American Express.

Od redaktora:

Majowy numer „Meteorite!" okazał się równie bogaty, jak poprzedni i wybór materiałów był niełatwy. Najciekawszy artykuł przedstawia nową hipotezę pochodzenia mezosyderytów. Nie tak dawno pojawiła się koncepcja dwóch zderzeń planetoid w odstępie pół miliarda lat, czym próbowano tłumaczyć różnice wieku mezosyderytów wyznaczonego różnymi metodami. Okazuje się jednak, że to drugie zderzenie nie jest potrzebne do wyjaśnienia różnic wieku, a ponadto nie ma żadnych jego śladów. Wydaje się więc, że wiemy już, skąd wziął się nasz Łowicz (póki nie pojawi się nowa hipoteza).

Meteoryt Baszkówka, który był przebojem zeszłorocznej konferencji Meteoritical Society w Berlinie, pojawi się znów na kolejnej konferencji na Hawajach. Tym razem wystąpi w roli bliskiego krewnego chondrytu Mt. Tazerzait. Oba budzą coraz większe zainteresowanie naukowców. Informacje o obu tych chondrytach można znaleźć w Internecie na stronach Swiss Meteorite Laboratory. Nawiasem mówiąc pokrewieństwo Mt. Tazerzait z Baszkówką spowodowało wzrost jego ceny. Kto nie kupił wcześniej, ten stracił.

Dla miłośników meteorytów mających dostęp do Internetu interesujący będzie artykuł o meteorytowych stronach w Internecie. Jest ich już dużo i wciąż pojawiają się nowe. Ponieważ sam nie mam bezpośredniego dostępu do Internetu, proszę internautów o wyłapywanie meteorytowych ciekawostek wartych umieszczenia w kolejnych „Meteorytach". Mój krótki kontakt z Internetem dzięki uprzejmości Olsztyńskiego Planetarium zaowocował nowiną o meteorycie księżycowym (zob. Nowiny). Zauważyłem przy tej okazji, że trzeba mieć mnóstwo czasu, by przejrzeć wszystkie Internetowe strony poświęcone meteorytom.

Relacja z meteorytowych targów w Tucson będzie znów lizaniem cukierka przez szybę. Nadal nie udaje się znaleźć chętnego do rozprowadzania meteorytów w Polsce. Może przekształcić Klub Kolekcjonerów Meteorytów w stowarzyszenie, które miałoby osobowość prawną i mogłoby kupować i sprzedawać meteoryty dla członków? Czy ktoś z czytelników byłby gotów przyjechać na zjazd założycielski takiego stowarzyszenia? Pocieszający jest fakt, że na giełdy minerałów w Polsce zaczynają przybywać zagraniczni handlarze meteorytów.

Andrzej S. Pilski

Rysunek obok pochodzi z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 2.
Copyright © 1997 Pallasite Press

Mezosyderyty

Posłańcy z wczesnego, burzliwego okresu ewolucji Układu Słonecznego

Henning Haack

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 2. Copyright © 1997 Pallasite Press)

Mezosyderyt jest naprawdę kamieniem godnym uwagi. Od chwili gdy szczególnie ciężki kamień zostanie poniesiony z ziemi przez szczęśliwego znalazcę, do pierwszego spojrzenia na jego wnętrze mezosyderyt okazuje się niepodobny do jakiegokolwiek innego rodzaju skały. Na wypolerowanej powierzchni przekroju mezosyderytu widać okruchy błyszczącego metalu i fragmenty bazaltowej (wulkanicznej) skały osadzone w drobnoziarnistej mieszaninie metalu i minerałów krzemianowych. (Rys. 1). Poszarpany kształt wielu większych fragmentów i wyjątkowo osobliwa mieszanina metalu i skał wulkanicznych nie pozostawiają wątpliwości, że w kształtowaniu tych meteorytów miały swój udział zderzenia.

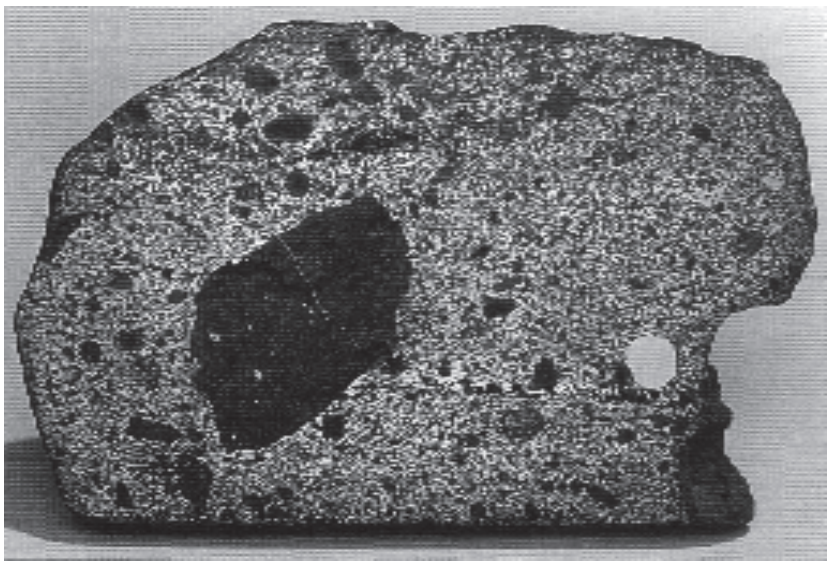
Podobnie jak inne meteoryty mezosyderyty pochodzą prawdopodobnie z jednej z wielu planetoid, które krążą wokół Słońca między Marsem a Jowiszem. Dziś większość z tych planetoid jest porozbijana na mniejsze fragmenty przez liczne zderzenia. Pamiętając, że mały kawałek planetoidy może wciąż być kilometrowej wielkości widzimy, że trzeba było wiele takich zderzeń, aby powstały fragmenty wielkości meteorytów. Niektóre z tych fragmentów poruszają się obecnie po orbitach bliskich orbicie Ziemi i mogą być źródłem meteorytów. Badając mezosyderyty mamy nadzieję uzyskać informacje na temat ewolucji pierwotnej planetoidy (zwanej odtąd ciałem macierzystym mezosyderytów). Celem ostatecznym jest odtworzenie całej drogi ewolucyjnej tego ciała od chwili, gdy uformowało się ono z pyłu krążącego wokół Słońca do momentu, gdy jego fragmenty wylądowały na Ziemi w postaci meteorytów. Jedną z największych zalet studiowania ewolucji planet przy pomocy meteorytów jest to, że mamy dostęp do próbek z wszystkich części ciała macierzystego, nie tylko do próbek z powierzchni, do jakich mamy dostęp na naszej własnej planecie.

Prawdopodobnie nie powinniśmy być zdziwieni stwierdzeniem, że bliższe przyjrzenie się mezosyderytom rodzi więcej pytań niż odpowiedzi, jeśli chodzi o ich pochodzenie. Przede wszystkim bardzo zaskakujące jest znalezienie bazaltu (który jest skałą powierzchniową) dokładnie wymieszanego z metalem (który pochodzi z jąder planet i ogrzanych planetoid). Prawie całkowity brak skał płaszcza (tzn. skał z głębokości pośrednich między powierzchnią a jądrem) zawsze stanowił problem dla tych, którzy próbowali wyjaśnić, jak mezosyderyty mogły się utworzyć. W jakiś sposób uderzenie, które wymieszało metal i skały powierzchni, zdołało usunąć typowe skały płaszcza. W każdym razie uderzenie, które wymieszało materię jądra i powierzchni planetoidy musiało całkowicie rozbić przynajmniej jedną z uczestniczących planetoid. Byłoby to bez żadnej przesady wspaniałe widowisko dla obserwatora. Jednym z powodów badania mezosyderytów jest więc to, że są one próbkami z prawdziwie katastrofalnego zderzenia, prawdopodobnie dwóch planetoid.

Termiczna ewolucja ciała macierzystego mezosyderytów

Jedną z dróg do poznania ewolucji ciała macierzystego mezosyderytów jest próba zrozumienia ewolucji termicznej tych meteorytów. Innymi słowy chcemy wiedzieć, jak zmieniała się temperatura ciała macierzystego z upływem czasu (rys. 2). Taka termiczna historia mogłaby, między innymi, pozwolić nam określić wielkość ciała macierzystego po ogromnym zderzeniu. Możemy oczywiście oczekiwać, że takie wydarzenie przejawi się w gwałtownych zmianach temperatury, czego ślady powinny być widoczne w meteorytach pochodzących z wnętrza ciała macierzystego.

Wiele ciał macierzystych meteorytów, tak jak ciało macierzyste mezosyderytów, było bardzo gorących



Rys. 1. Zdjęcie płyty mezosyderytu Emery o długości 15 cm z Amerykańskiego Muzeum Przyrodniczego. Skała ta składa się z mieszaniny metalicznego Fe, Ni (jasne) oraz okruchów bazaltu (ciemne).

krótko po uformowaniu się. Typowymi przykładami takich gorących ciał macierzystych są ciała macierzyste meteorytów żelaznych, w których metal stopił się i przesączył się w głąb tworząc metaliczne jądro, mniej więcej podobne do jądra w środku Ziemi. Istnienie stopionego kiedyś metalu pokazuje nam, że te ciała macierzyste były ogrzane w pewnym momencie do temperatury przynajmniej 1500°C. Natura tego dawnego i bardzo wydajnego źródła ciepła jest nieznana, ale mógł to być rozpad krótko żyjących izotopów promieniotwórczych (to znaczy mających czas połowicznego rozpadu mniejszy niż kilka milionów lat). Nieco później (przypuszczalnie po kilku milionach lat) to źródło ciepła wygasło i ciało macierzyste mezosyderytów zaczęło powoli stygnąć.

Nie dane mu jednak było stygnąć spokojnie przez wiele lat. Najmłodsze minerały krzemianowe, które utworzyły się w czasie tego okresu spokojnego stygnięcia, mają 4,47 miliarda lat. Mniej więcej 4,47 miliarda lat temu ciało macierzyste mezosyderytów uległo gigantycznej katastrofie w wyniku której powstała główna cecha charakterystyczna mezosyderytów, mieszanina metalu i krzemianów. Niektóre ze skutków tego zderzenia można badać oglądając krzemiany w mezosyderytach (materię kamienną). Zderzenie spowodowało wzajemne zetknięcie różnych minerałów krzemianowych, które gwałtownie reagowały ze sobą. Te reakcje nie zostały jednak zakończone z czego wynika, że po zderzeniu skały zostały szybko (w porównaniu do standardów geologicznych) ostudzone do temperatury zbyt niskiej dla kontynuowania tych reakcji. Ponieważ nie zachodzą one w temperaturze poniżej około 900°C, możemy przypuszczać, że mezosyderyty ostygły szybko (w ciągu kilku lat) do temperatury niższej niż 900°C (rys. 2). Mogło to nastąpić albo dlatego, że mezosyderyty stygły po zderzeniu na powierzchni ciała macierzystego, albo dlatego, że mnóstwo zimnych skał z powierzchni planetoidy zostało włączonych do mieszaniny.

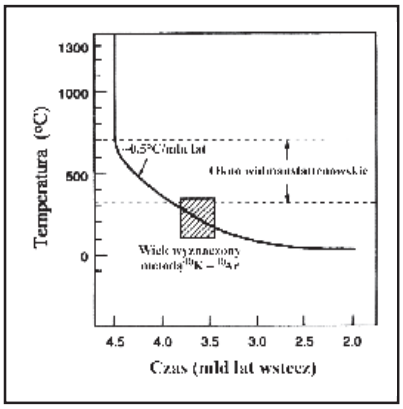
Wypolerowany i wytrawiony przekrój mezosyderytu ukazuje charakterystyczne figury Widmanstättena. Przy ich pomocy można określić, co działo się w ciele macierzystym przy niższych temperaturach (np. długo po zderzeniu). Figury Widmanstättena składają się z dwóch minerałów żelaza i niklu, które odmiennie reagują na trawienie. Dlatego po krótkim trawieniu na polerowanym przekroju ukazuje się wzór, który pozwala jednoznacznie stwierdzić, że kamień jest meteorytem. Chociaż meteoryty stygły na ogół bardzo powoli, te dwa minerały nie miały dostatecznie dużo czasu na osiągnięcie wzajemnej równowagi chemicznej. Stopień równowagi chemicznej można więc użyć jako miarę tempa stygnięcia w czasie tworzenia się figur Widmanstättena. Tempa stygnięcia wyznaczone dla mezosyderytów przy użyciu tej metody są wyjątkowo niskie (0,01–0,001 stopnia Celsjusza na milion lat). Najprawdopodobniej mezosyderyty są najwolniej stygnącymi skałami, jakie kiedykolwiek badaliśmy.

Gdy tempa stygnięcia mezosyderytów zostały po raz pierwszy zaprezentowane na konferencji, jeden ze słuchaczy sugerował, że badacze powinni przejść się do najbliższej kolekcji meteorytów i sprawdzić, czy mezosyderyty są jeszcze ciepłe. Zwrócił on uwagę, że jeśli tempa stygnięcia są wyznaczone poprawnie, to w ciągu 4,5 miliarda lat istnienia Układu Słonecznego mezosyderyty nie mogły ostygnąć więcej niż o 45°C. Chociaż wyraźnie widać z tego, że metoda wyznaczania tempa stygnięcia w przypadku skał, które stygły tak wolno, jak mezosyderyty, musi być nieco inaczej skalibrowana, to wydaje się niewątpliwe, że tak czy inaczej mezosyderyty stygły wyjątkowo powoli. Wynika z tego, że ciało macierzyste mezosyderytów było większe niż ciała macierzyste większości innych meteorytów: prawdopodobnie miało średnicę 200 – 400 km. Mezosyderyty byłyby więc interesujące nie tylko dlatego, że powstały w wyniku ogromnej katastrofy, ale także dlatego, że pochodzą z największej planetoidy, z jakiej mamy próbki, która miała najdłuższą ewolucję termiczną ze wszystkich planetoidalnych ciał macierzystych meteorytów (z wyjątkiem oczywiście meteorytów z Księżyca i Marsa). Bardzo wolne tempo stygnięcia dowodzi także, że mezosyderyty stygły głęboko wewnątrz ciała macierzystego.

Kiedy utworzyły się mezosyderyty?

Izotopy promieniotwórcze w mezosyderytach można wykorzystać do wyznaczenia chronologii głównych wydarzeń w ewolucji ciała macierzystego mezosyderytów. Jednym z radioaktywnych chronometrów, który można użyć do badania mezosyderytów jest chronometr (potas-40 argon-40). Izotop promieniotwórczy ^{40}K rozpada się na ^{40}Ar z czasem połowicznego rozpadu 11,8 miliarda lat. Ponieważ argon jest gazem, ucieknie jeśli skała jest dostatecznie gorąca (więcej niż kilkaset stopni). Gdy wnętrze planetoidy ostygnie, argon zacznie się gromadzić. Mierząc więc ilość ^{40}K i ^{40}Ar można wyznaczyć czas, jaki upłynął od momentu, gdy skała po raz ostatni była gorętsza niż kilkaset stopni. Inne chronometry jak ^{87}Rb-^{87}Sr (rubid-87 stront-87) mają produkty rozpadu (w tym przypadku ^{87}Sr), które nie mogą uciec z minerałów zawierających rubid. Wiek wyznaczony tą metodą jest więc bliższy rzeczywistemu wiekowi skały (czyli odpowiada momentowi, gdy skała wykrystalizowała z magmy.

Przy pomocy radioaktywnych chronometrów możemy stwierdzić,



Rys. 2. Termiczna historia ciała macierzystego mezosyderytów. Około 4,47 mld lat temu ciało macierzyste mezosyderytów przeżyło zderzenie, którego skutkiem było szybkie stygnięcie krzemianów. Tekstura metalu pokazuje, że stygnięcie w temperaturze niższej, niż 700°C zachodziło znacznie wolniej, z czego wynika, że trzeba było kilkuset milionów lat na ostygnięcie do temperatury otoczenia. Wiek wyznaczony metodą ^{40}K-^{40}Ar wskazuje, że 3,6 mld lat temu mezosyderyty były albo wciąż gorące, albo zostały przejściowo ogrzane do temperatury kilkuset stopni. Przedrukowane dzięki uprzejmości „Geochimica et Cosmochimica Acta".

kiedy okruchy skalne w mezosyderytach krystalizowały (używając chronometru ^{87}Rb-^{87}Sr) i kiedy ostygły do temperatury poniżej kilkuset stopni (używając chronometru ^{40}K-^{40}Ar). Ponieważ po zderzeniu, które wymieszało metal i krzemiany, nastąpiło gwałtowne ochłodzenie, wiek krystalizacji skał musi odpowiadać momentowi wymieszania krzemianów i metalu lub nieco wcześniejszemu. Okruchy skalne mają wiek co najmniej 4,47 miliarda lat. Zderzenie musiało więc nastąpić najpóźniej 4,47 miliarda lat temu. Ciekawe, że wiek ^{40}K–^{40}Ar jest znacznie młodszy. Wszystkie mezosyderyty datowane techniką ^{40}K–^{40}Ar mają wiek niższy niż 4 miliardy lat. Wydawałoby się, że są bardzo stare, ale dla meteorytu jest to bardzo młody wiek, ponieważ większość ciał macierzystych meteorytów zakończyła ewolucję geologiczną ponad 4 miliardy lat temu. Proponowano więc, że młody wiek może nie reprezentować momentu, gdy mezosyderyty ostygły po raz pierwszy poniżej kilkuset stopni, lecz moment drugiego potężnego zderzenia, które ogrzało ciało macierzyste mezosyderytów umożliwiając argonowi ucieczkę [1].

Ciekawe, że młody wiek wyznaczony metodą ^{40}K-^{40}Ar dobrze zgadza się z bardzo niskim tempem stygnięcia wyznaczonym na podstawie struktury metalu [2]. Jeśli ciało macierzyste mezosyderytów stygło bardzo powoli w niskich temperaturach, to nie powinniśmy być zdziwieni widząc, że potrzebowało ponad 500 milionów lat na ostygnięcie do kilkuset stopni Celsjusza, przy których argon nie mógł już uciekać (rys.2). Jednym ze sposobów stwierdzenia, czy niecałe 4 miliardy lat temu nastąpiło drugie zderzenie, jest poszukanie śladów tego zderzenia w mezosyderytach. W meteorytach często występują przeobrażenia szokowe, łączone zwykle ze zdarzeniami, które odłupały je od ciała macierzystego lub od jego większego fragmentu. Okazało się, że mezosyderyty nie wykazują żadnych śladów gwałtownego uderzenia [2].

Efekty szokowe w meteorytach jako dowód dawnych zderzeń

Nawet jeśli będziemy wątpić, czy rzeczywiście cztery miliardy lat temu nastąpiło drugie zderzenie, to nadal jest dziwne, że w mezosyderytach nie widać licznych przeobrażeń szokowych po pierwszym zderzeniu, które wymieszało metal z jądra z krzemianami z powierzchni. Ponieważ sądzimy, że podczas pierwszego zderzenia metal był stopiony, to trudno się dziwić, że nie widać śladów zderzenia w strukturze metalu. Chociaż krzemiany były przeważnie w stanie stałym, jest możliwe, że były na tyle gorące, że deformacje i inne zmiany w minerałach wywołane zderzeniem znikły wskutek wysokiej temperatury. Bardziej prawdopodobnym powodem braku efektów szokowych jest to, że pierwsze zderzenie nie miało po prostu tak dużej energii, aby spowodować zmiany szokowe w większości skał. Powodem tego mogła być mała prędkość zderzenia, lub, co jest bardziej prawdopodobne, to że „pocisk" był stosunkowo małą planetoidą. Założenie stosunkowo małej energii zderzenia wydaje się rozsądne, skoro wiemy, że po zderzeniu fragmenty nie zostały rozproszone. Ponieważ na planetoidach grawitacja jest niska, istnieje granica, jak mocno mogą one być uderzone, aby fragmenty po zderzeniu nie rozproszyły się całkowicie. Nie wydaje się prawdopodobne, aby ciało macierzyste uniknęło rozproszenia, gdyby zderzenie było dostatecznie energetyczne, aby wywołać zmiany szokowe w większości skał.

Czy było drugie silne zderzenie niecałe 4 miliardy lat temu?

Rozważania energetyczne można też wykorzystać do zastanowienia się, czy mogło nastąpić drugie silne zderzenie. Aby zderzenie to mogło spowodować całkowite uwolnienie argonu, co jest pierwszym powodem, że w ogóle o nim myślimy, musiałoby ogrzać większą część ciała macierzystego o kilkaset stopni. Energia potrzebna do ogrzania planetoidy o kilkaset stopni przewyższa jednak znacznie energię wymaganą do rozbicia planetoidy na drobne kawałki i rozproszenia ich. Ponadto z doświadczeń wynika, że silnemu ogrzaniu zawsze towarzyszą liczne oznaki przeobrażeń szokowych. Ponieważ skały były stosunkowo chłodne, należałoby spodziewać się, że takie ślady szoku byłyby często obserwowane w mezosyderytach.

Jak powstały mezosyderyty?

Z rozważanych wyżej dowodów wynika, że mezosyderyty powstały w następujący sposób: duża (o średnicy 200 – 400 km) planetoida została ogrzana do 1500°C po czym nastąpiło powolne stygnięcie przez około 100 milionów lat. Następne wydarzenie było decydującym o niezwykłej budowie mezosyderytów. Około 4,47 miliarda lat temu ciało macierzyste mezosyderytów doznało potężnego uderzenia, dostatecznie energetycznego, aby wymieszać materię jądra i powierzchni uderzonej planetoidy, ale niewystarczająco silnego, aby większość powstałych fragmentów uległa rozproszeniu. W jakiś sposób mieszanina skał skorupy i stopionego metalu, która stała się mezosyderytami, znalazła się w końcu głęboko wewnątrz powstałej sterty gruzu. Było to dość niezwykłe zderzenie i prawdopodobnie dlatego otrzymaliśmy tylko jedną grupę meteorytów. Po zderzeniu planetoida powoli stygła w miarę jak ciepło było wypromieniowywane z powierzchni. Mniej więcej pół miliarda lat później temperatura mezosyderytów, wciąż zakopanych głęboko we wnętrzu planetoidy, stała się dostatecznie niska, aby schwytać argon i aby zegar ^{40}K-^{40}Ar zaczął tykać. Na tym etapie planetoida doznawała tylko łagodnych zderzeń i dlatego w mezosyderytach nie ma przeobrażeń szokowych. W końcu mezosyderyty zostały odłupane od ciała macierzystego i skierowane na orbitę przecinającą ziemską. Z tej orbity co pewien czas trafiają na Ziemię dostarczając obecnej cywilizacji zagadki odtworzenia ich tajemniczej przeszłości.

Literatura

[1] D.D. Bogard, D.H. Garrison, J.L. Jordan, and D.W. Mittlefehldt (1990):" ^{40}Ar-^{39}Ar dating of mesosiderites: Evidence for major parent body disruption < 4 Gy ago." *Geochimica et Cosmochimica Acta* **54**, 2549-2564.

[2] H. Haack, E.R.D. Scott, and K.L. Rasmussen (1996): „Thermal and shock history of the mesosiderites and their large parent asteroid" (1996), *Geochimica et Cosmochimica Acta* **60**, 2609-2619.

Muzeum Narodowe, Kopenhaga

Targi meteorytowe Tucson 1997

O. Richard Norton

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 2. Copyright © 1997 Pallasite Press)

Raz jeszcze zostaliśmy olśnieni rozmachem Targów Minerałów i Kamieni Szlachetnych lub Targów Meteorytowych w Tucson, pełnych znajomych twarzy i nazwisk, mieszaniny starych i nowych meteorytów i mnóstwa niespełnionych marzeń i bolesnych decyzji. Po drodze z Oregonu do Tucson zatrzymaliśmy się w Las Vegas spróbować hazardu i stracić trochę pieniędzy. Pod wieloma względami tegoroczne targi meteorytowe przypominały mi Las Vegas. Zasady, jakich trzeba się trzymać, aby przeżyć tę ciężką próbę, są doskonale znane. Zasada nr 1: Zostaw kartę kredytową w domu. Zasada nr 2: Wyznacz sobie granicę, której nie możesz przekroczyć (w przypadku meteorytów wydaje się ona dziś diabelnie niska). Zasada nr 3: Domagać się doskonale przygotowanych okazów (oczywiste, skoro ty płacisz). Nigdy przedtem ceny za skarby z nieba nie były tak wysokie. (Szlag by ten marsjański meteoryt!) Żal mi tych nieszczęśników, którzy dopiero zaczynają kolekcjonować meteoryty. Spotkałem jednego gościa, który oskarżył mnie o doprowadzenie go do finansowej ruiny. „Kupiłem ją tylko dlatego, że wyglądała na ciekawą książkę (mówił o „Rocks from Space") i oto do czego to doprowadziło" stwierdził podpisując kolejny czek. Był to kolejny meteorytowy utracjusz. W tych dniach zdawali się oni mnożyć.

Jeśli uda się jakoś nie zwracać uwagi na ceny, targi stają się światem z bajki. Najpierw poszedłem do salonu Roberta Haaga i tam był Bob, jak zwykle witający wszystkich wylewnie. Gdy tylko nas zobaczył, wcisnął nam w ręce swój nowy „Field Guide of Meteorites", kolejny charakterystyczny element meteorytowego biznesu. Okładka liczącego więcej stron niż kiedykolwiek „Field Guide" była ozdobiona pięknym malowidłem Dorothy Norton przedstawiającym rozpad meteorytu wysoko w atmosferze. Wewnątrz było jeszcze więcej meteorytów niż poprzednio, wspaniale sfotografowanych i opisanych. To i dalszy ciąg opowieści o przygodach Haaga sprawia, że „Field Guide" jest czymś, co trzeba mieć. Kolekcjonerzy pożądają go, gdyż zawiera najbogatszy zbiór barwnych zdjęć meteorytów wszystkich możliwych rodzajów, jakich nie ma w innych książkach. W ten jaskrawy sposób Haag ściąga ludzi do świata kolekcjonerów meteorytów: zadziwia ich, uczy i na koniec sprzedaje im meteoryty.

Bob ma zazwyczaj „pod ladą" coś zadziwiającego. Dopiero co przeczytałem w „Meteorite!" o kryształach Gibeona i oto wydobył on skądś małe pudełko pełne takich kryształów. Każdy miał inną wielkość i kształt, ale wszystkie miały postać oktaedru, podwójnej piramidy. Nie były one na sprzedaż; tylko do podziwiania.

Tego roku Haag miał najdroższy meteoryt na targach. Odciął on płytkę ze swego meteorytu z Księżyca i wystawił na sprzedaż za jedyne 250000 USD, drobną sumę jeśli uwzględnić koszt przywiezienia innego okazu z Księżyca.

Z kolei powędrowałem do stoiska Blaine Reeda, mniej wystawnego. Reed ma zwykle ładną kolekcję małych płytek wielu typów meteorytów. Wygląda to szczególnie przyjemnie w porównaniu z większymi i droższymi okazami prezentowanymi w każdym innym salonie. Te małe okazy są idealne do robienia płytek cienkich. Są dostatecznie grube, aby umożliwić zrobienie jednej płytki cienkiej z pozostawieniem materiału do badania w świetle odbitym. Choć też nie najtańsze, należą do okazów o bardziej umiarkowanych cenach. Wśród nich były: Gretna, chondryt zwyczajny L5 z Phillips City w stanie Kansas; Dalgety Downs, chondryt zwyczajny L4 odnaleziony przed Briana Mansona; Mont Dieu z Francji, oktaedryt drobnoziarnisty; Dimmit z Teksasu, by wymienić tylko niektóre. Oczywiście były też drogie okazy. Co powiecie na płytkę Zagami za 12000 USD lub kapsułkę z pyłem Murchison za 25 USD?

Marzenie Edwina Thompsona spełniło się, gdy Dorothy Norton dostarczyła swój ostatni obraz przedstawiający bolid dzienny, któ-

Dorothy Norton prezentuje Edwinowi Thompsonowi swój obraz.

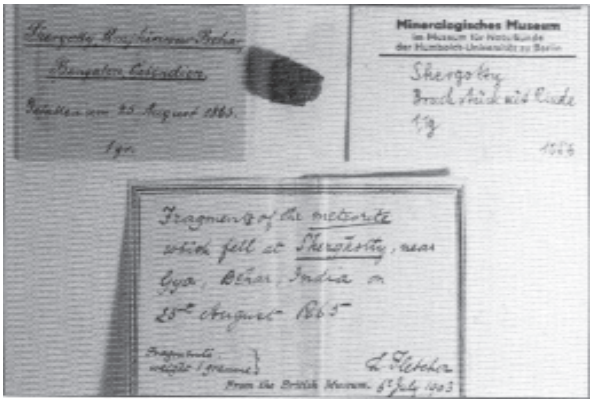
ry rzeczywiście pojawił się nad jeziorem kraterowym w stanie Oregon kilka lat temu. Dorothy namalowała go na podstawie relacji świadków. Nie mogę wyobrazić sobie bardziej surrealistycznego miejsca na oglądanie bolidu. E.T. miał mały fragment oktaedrytu drobnoziarnistego IIIF z Klamath Falls w stanie Oregon. Wszystkie inne okazy tego meteorytu są w kolekcji Instytutu Meteorytyki w stanie Nowy Meksyk. Czy muszę mówić, że ten okaz nie pozostał długo bezpański?

Zwykle gdy kolekcjonerzy trafiają do salonu Alana Langa, spodziewają się zobaczyć jedne z najładniejszych okazów na targach – duże, znakomicie przygotowane meteoryty. Nie byłem więc zdziwiony, gdy je zobaczyłem. Tym razem jednak czekała mnie inna wspaniała niespodzianka. Gdy wszedłem do salonu Langa, myślałem, że trafiłem do muzeum meteorytyki. W dużej gablocie leżały okazy meteorytów, o których tylko się czyta, ale rzadko, jeśli w ogóle, można je zobaczyć osobiście. Był tam pallasyt Krasnojarsk (żelazo Pallasa) znaleziony w 1749 r., Shergotty, typu SNC (spadł w 1865 r.), Homestead, Iowa, chondryt L5 (spadł w 1875 r.), Benares, Indie, chondryt LL6 (spadł w 1798 r.), Melrose, chondryt L5 Niningera, o którym mówiono, że zawiera złoto i małe płytki Tucsońskiego Pierścienia także z kolekcji Niningera. To tylko niektóre okazy spośród pokazywanych. Wszystkim towarzyszyły oryginalne etykietki z największych światowych muzeów. Lang oczywiście nie był skłonny pozbywać się ich.

Michael Casper miał najniższe ceny na Zagami – fragment 7,9 g. za $5000. Miał także największy rarytas na targach, brachinit z Australii. Były fragmenty 18 g i 2 g. Miałem ochotę na zrobienie z niego płytki cienkiej. Casper miał największe Gibeony, jakie widziałem na targach, każdy od 50 do ponad 100 funtów. Miał też sporo świeżo ciętego Cleo Springs, pięknego chondrytu H4, który powinien znaleźć się w każdej kolekcji. Miał też mnóstwo ładnych, małych (50–100 g.) całkowitych okazów Gao oraz Guenie, obu z tego samego terenu i łatwych do pomylenia.

Marvin Killgore miał mnóstwo Mbale po 5–10 USD/g., który w ogóle był rzadki na tegorocznych targach. Miał też dwie „święte relikwie" meteorytowej świątyni: Cape York i Pierścień Tucsoński. Nie meteoryty jednak przyciągnęły moją uwagę. Bardziej interesująca była opowieść Kilgore'a o jego badaniach czegoś, co może być meteorytową strukturą uderzeniową w Hondurasie. Zjawisko wystąpiło 22 listopada 1996 roku o 22 czasu miejscowego. Spędził on Boże Narodzenie na miejscu zdarzenia poszukując śladów. W paru słowach: żadnych śladów eksplozji, żadnej wyrzuconej materii, żadnych meteorytów. To, co znalazł, to obszar o wielkości dwóch boisk piłkarskich wyczyszczony z drzew i zarośli oraz trochę drzew ściętych na wysokości 20 stóp. Jest zagłębienie wyglądające na krater wypełnione częściowo osuniętą ziemią i duża struktura przypominająca stożek uderzeniowy. Killgore powiedział mi, że Eugene Shoemaker bada to miejsce.

Pallasyt Krasnojarsk.



Shergotty.

Killgore spędził także pewien czas na terenie spadku meteorytu Imilac na położonej wysoko pustyni Atacama. Badając obszar rozrzutu znalazł wiele okazów leżących wzdłuż linii rozchodzących się promieniście od przypuszczalnego miejsca uderzenia, przy którym znajdowano największe okazy. Podobne figury wyrzuconej materii występują wokół niektórych ziemskich kraterów uderzeniowych związanych z meteorytami żelaznymi, ale pierwszy raz znaleziono takie figury związane z pallasytem.

Miałem nadzieję, że Tony Nikischer z Excalibur Mineral Co. (1000 North Division St., Peekskill, New York 10566) wystawi na sprzedaż trochę mikroskopów rosyjskiej produkcji, które rekomendowałem w mym artykule o płytkach cienkich („Meteoryt" 1/97). Istotnie zrobił to i obok modelu za 499 USD miał w pełni wyposażony mikroskop dwuokularowy z modułem fotograficznym wyposażonym w kamerę do zdjęć małoobrazkowych z pryzmatem i dodatkowym okularem, co pozwalało na ogniskowanie obrazu przez mikroskop i potem kierowanie go do kamery bez potrzeby ponownego ogniskowania. Do tego było silne oświetlenie halogenowe. W sumie praktycznie wszystko, co potrzeba do badania płytek cienkich. Przy cenie 999 USD była to wyjątkowa okazja.

Teraz kilka uwag ogólnych. Murchison zaczyna szybko znikać, a jego cena idzie w górę w tym samym tempie. Oferowano tylko nieliczne okazy powyżej kilku gramów. Był sprzedawany w kapsułkach, co oznacza okruchy lub wyskrobane resztki. Najliczniejszym meteorytem był wciąż Gibeon, ale nie było go tak dużo, jak w zeszłym roku. Niektórzy mówią, że obszar spadku jest już niemal całkowicie wyeksploatowany. Nadal dostępny jest Gao

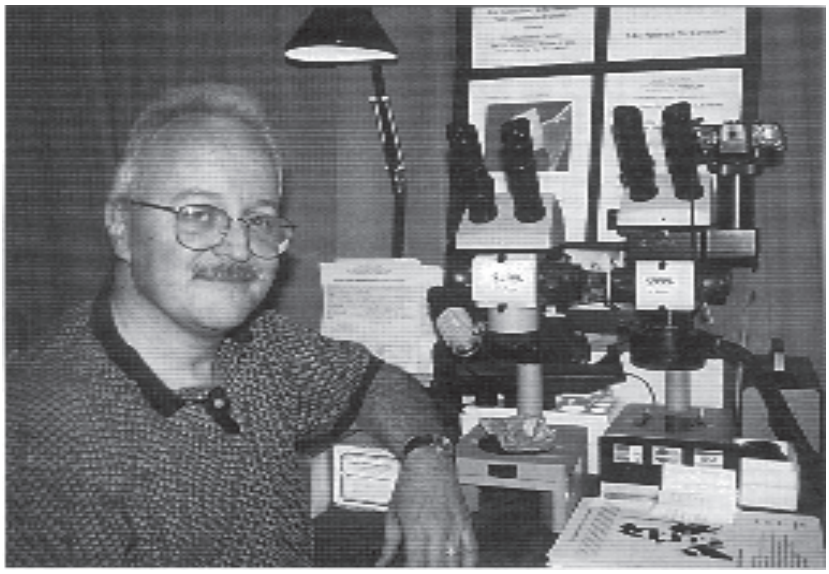
w cenie zaledwie1 USD/g; wciąż najtańszy wśród chondrytów zwyczajnych. Było wiele odłamków Sikhote-Alin, których przewaga ilościowa nad całkowitymi okazami wynosiła przynajmniej 10 do 1. Niektóre były zniszczone przez nadmierne czyszczenie drucianą szczotką. Niektóre miały wskutek tego zaokrąglone brzegi i nienaturalny srebrzysto-mosiężny połysk. Są one w zasadzie bezwartościowe dla poważnych kolekcjonerów. Wydawałoby się, że coś co ma niewielki związek z meteorytami nie będzie sprzedawane po cenach prawdziwych meteorytów. Szkło libijskie było wszędzie po około 3 USD/g. Całkowicie przerdzewiałe okazy z Krateru Meteorowego, przed laty uważane za bezwartościowe, sprzedawano teraz po 3 USD/g. Król rdzy, Nantan (nazywany teraz Nandan) był sprzedawany jako kule rdzy po 10 USD za funt. Ale to nie wszystko! Po raz pierwszy na targach w Tucson można było dostać prawdziwy „gwiezdny pył" w kapsułkach (pył z piły diamentowej) i ...meteorytową gumę balonową.

Alain Carion i jego syn Louis znów sprzedawali wytwory zderzeń. Były to stożki uderzeniowe z krateru Steinheim, szkliwo impaktytowe z Nordlinger Ries, szkliwo z Aouelloul i Wabar, szkło z pustyni libijskiej i suevit. Ta interesująca materia może wzbogacić każdą kolekcję meteorytów.

Wchodząc do salonu Buddy Eislera (Magic Mountain) natknąłem się na noże wykonane z żelaza meteorytowego. Zazwyczaj nie zwracam większej uwagi na tego rodzaju wyroby. Przerabianie meteorytów na biżuterię lub narzędzia, to nie jest sposób przechowywania meteorytów, który mi się podoba. Jednak gdy sięgniemy do historii, zauważymy wykorzystywanie meteorytowego żelaza w wielu kulturach. Było ono jedynym żelazem, jakim dysponowali ludzie, zanim nauczyli się je wytwarzać. Pamiętam meteoryt Cape York używany przez Eskimosów do wyrobu narzędzi. Widziałem noże z meteorytów na targach niemal każdego roku, ale te były inne. Były one dziełami sztuki. Pomyślałem: OK, zobaczmy to. Noże wykonał Dawid Broadwell, znany artysta metaloplastyk. Jego podpis widnieje na wszystkich okazach. Wykonano je w 30% z meteorytów Gibeon wykorzystując proces metalurgiczny wynaleziony przez Tima Lowada, podczas którego żelazo meteorytowe jest laminowane stalą. Figury Widmanstättena są oczywiście w tym procesie niszczone. Jednak gdy noże są wykonywane jako sztylety, noże do papieru i scyzoryki, przechodzą one przez proces trawienia, który wydobywa piękne paski ciemnego i jasnego metalu. Eisler zapewniał mnie, że do tego procesu wykorzystano tylko „odpadki" Gibeona, a nie okazy wystawowe.

Gibeona jest tak dużo, że stał się on ulubionym meteorytem rzemieślników. Jest on dość łatwy do obróbki i nie rdzewieje zbyt szybko. Wszędzie na targach widziałem kule, piramidki i sześciany z Gibeona, medale z Gibeona, klamry do pasów, noże, zegarki. Lista jest długa. Muszę przyznać, że niepokoją mnie skutki tej działalności. Czy jest to właściwe wykorzystanie żelaza z nieba? Czy meteoryty powinny być wykorzystywane do innych celów niż nauka i oświata? Jak dużo Gibeona nauka potrzebuje? Pytania te z pewnością wywołają zaciekłe spory.

Śledzę meteorytowy rynek przez ostatnich 15 lat od skromnych początków do tego, co obecnie widać na targach w Tucson. To, co tu się dzieje, ma swe odbicie na całym świecie. Co roku ceny rosną po niekończącej się spirali. Są już niezmiernie wyśrubowane. Ciekawe, czy jest granica cen meteorytów. Czy tak jak towary rynkowe meteoryty podlegają prawu podaży i popytu? Z pewnością gdy podaż maleje, ceny rosną. Ale na jak długo i jak wysoko? Czy można wątpić, że wielu kolekcjonerów musiało się poddać; można powiedzieć ich entuzjazm został zgaszony znakiem dolara? Jeden z handlarzy powiedział o targach 1997 roku, że drogie i tanie okazy były sprzedawane, ale wśród tych o umiarkowanych cenach był zastój. „Drogie, rzadkie okazy są poszukiwane przez namiętnych kolekcjonerów, którzy kupią je za każdą cenę. Tanie okazy kupują początkujący kolekcjonerzy i przypadkowe osoby, które chcą mieć jakikolwiek meteoryt." Okazy o pośrednich cenach są kupowane przez zapalonych, stałych kolekcjonerów. Jeśli ten handlarz ma rację, kolekcjonerzy ci osiągnęli granice swych możliwości finansowych i są odpychani jak ręce od gorącego pieca. Wśród handlarzy krążą ponure pogłoski. Niektórzy sądzą, że „bańka wkrótce pęknie". Jeśli istotnie ci czarnowidze mają rację i nastąpi krach na meteorytowym rynku, to może nadejdzie czas, że będzie można zdobyć meteoryty po przystępnych cenach.



Tony Nikisher i rosyjskie mikroskopy.

Meteoryt Mont Dieu

Alain Carion

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 2. Copyright © 1997 Pallasite Press)

Miałem to szczęście być pierwszym, który rozpoznał sześćdziesiąty ósmy francuski meteoryt. Wszystko zaczęło się w końcu czerwca 1994 roku podczas giełdy minerałów w Sainte-Marie aux Mines, mieście we wschodniej Francji o długiej i bogatej górniczej historii. Najstarsza francuska giełda minerałów odbywa się tam co roku od 25 lat w ostatni weekend czerwca. Przyciąga ona ponad 500 wystawców i 15000 zwiedzających, którzy przez blisko tydzień okupują teatr, liceum i większą część miasta. Niektórzy rozstawiają namioty robiąc w nich tymczasowe stoiska, inni ustawiają się wokół giełdy prezentując swe znaleziska w samochodach. Tamtego roku miałem stoisko na zewnątrz z pokaźną kolekcją meteorytów, tektytów i impaktytów.

W niedzielę, ostatniego dnia giełdy, pewna młoda para spytała mnie, czy rzeczywiście znam się na meteorytach. Potwierdziłem i opowiedziałem o tym, co leżało na stole przede mną. Wtedy wyciągnęli oni z plastikowej torby brunatny kamień o średnicy około 4 cm, niezbyt ciężki, wyglądający na kawałek żelaza tak silnie skorodowany, że metalu nie było już prawie wcale, a rdza odpadała płatami. Powiedzieli, że ich rodzice, kustosze małego muzeum minerałów w Ardenach otrzymali ten okaz od kogoś, kto znalazł w ziemi wykrywaczem metalu bryłę 40 kg.

Fragment, który przynieśli do mnie, został odłupany od powierzchni tej bryły. Mimo jego wyglądu od razu byłem pewien, że patrzę na nowy meteoryt, ponieważ w tym odłupanym kawałku rdzy zauważyłem trójkątną strukturę nie większą niż 1 cm, gdzie brązowawy metal był wciąż widoczny. Pamięć wzrokowa jest znakomitym narzędziem; po ponad dziesięciu latach przypomina się w głowie coś, z czym można porównać. Widziałem już ten rodzaj struktury, gdy kupiłem kolekcję fragmentów meteorytów Canyon Diablo z Arizony. Leżały one wiele lat na powierzchni, niektóre były silnie zardzewiałe a ich powierzchnia łuszczyła się jak cebula. Właśnie na nich widziałem takie trójkąty ze śladami metalu. Byłem bardzo zadowolony i podniecony, gdy odpowiedziałem mym gościom: „tak, myślę, że to meteoryt". Zaproponowałem, że zatrzymam ten fragment i przekażę go do Muzeum Przyrodniczego w Paryżu do zbadania. Cztery dni później, mając już pozytywną odpowiedź, zadzwoniłem do tych ludzi ze wspaniałą wieścią. Postanowiliśmy spotkać się ze znalazcą w najbliższą sobotę.

Przez całą drogę przepływały mi przez głowę najrozmaitsze myśli. Próbowałem wyobrazić sobie kształt meteorytu, byłem ciekaw, czy właściciel zechce go sprzedać i za ile. Dość podniecony, jak każdy kolekcjoner, przybyłem tam za wcześnie. Pośrednik, którego spotkałem, okazał się znajomy. Był, podobnie jak ja, kolekcjonerem minerałów, spotkaliśmy się kilka lat wcześniej, dokonaliśmy wymiany, z której nadal był zadowolony. Dowiedziałem się od niego, że człowiek, który znalazł meteoryt, miał go już od kilku miesięcy i pokazywał go kilku okolicznym znawcom i profesorom tamtejszych szkół, ale nikt nie umiał powiedzieć nic konkretnego o tym kamieniu. W końcu przyniósł go do muzeum, gdzie kustosz pomyślał, że może to być meteoryt, przypomniał sobie o mnie i dał swym dzieciom mały fragment, gdy jechały do Sainte-Marie aux Mines.

W końcu wielka chwila nadeszła. Krótka rozmowa telefoniczna i po 10 minutach wchodziliśmy do domu pana C. nad samą rzeką Mozą. Zeszliśmy do garażu, gdzie leżał kamień. Okazało się, że miał kształt ziemniaka i był bardzo skorodowany. Spytałem, czy chciałby go sprzedać i za ile. Odpowiedział oczywiście, że nie ma pojęcia, ile on może być wart i spytał, ile proponuję. Taka sytuacja była mi dobrze znana; w Maroku na przykład nie ma wystawionych cen i za każdym razem, gdy chcę kupić minerał, czy skamieniałość, słyszę taką odpowiedź. Zazwyczaj staram się nie proponować żadnej ceny, ale tym razem mój instynkt kolekcjonera skłonił mnie do zaryzykowania. Pragnienie posiadania okazu zdominowało rozważania finansowe. Przedstawiłem ofertę i po ułamku sekundy zobaczyłem na twarzy mego rozmówcy, że moja cena była o wiele za wysoka, ale już było za późno. Nigdy nie żałowałem ceny, za jaką stałem się właścicielem sześćdziesiątego ósmego francuskiego meteorytu i dopiero drugiego meteorytu żelaznego znalezionego na terenie Francji.

Sfinalizowaliśmy zakup przy kawie. Dowiedziałem się, że pan C., który od dzieciństwa był fanatykiem wykrywacza metali, specjalizował się w poszukiwaniu noży i bagnetów z II Wojny Światowej. Meteoryt zna-lazł poszukując ich w lasach Mont Dieu. Dał mi dokładną mapę tego terenu i pokazał, gdzie dokładnie znalazł meteoryt. Wyjaśniłem mu, że meteoryt czasem rozpada się przelatując przez atmosferę lub przy uderzeniu w ziemię, i że mogą tam leżeć inne fragmenty. Zaproponowałem, aby wybrał się ponownie do lasu i przeszukał ten obszar.

Gdy wróciłem do Paryża, najpierw oczyściłem meteoryt usuwając glinę, która miejscami się przylepiła, a potem zrobiłem trochę zdjęć z każdej strony z linijką dla porównania i bez. W końcu umieściłem go w uchwycie piły i przystąpiłem do cięcia z małą prędkością. Meteoryt żelazny ma często zapisane w strukturze znaki szczególne, które mogą ujawnić się po cięciu, polerowaniu i trawieniu kwasem. Jednak w tym przypadku ostrze, którego używałem zaledwie od kilku dni, zgrzytało niemiłosiernie i przez godzinę posuwało się o jeden lub dwa milimetry. Ponadto było brudne i czarne i musiałem zmieniać je kilka razy, zanim cięcie do-

biegło końca. Szybko doszedłem do wniosku, że meteoryt Mount Dieu zawiera kilka rodzajów inkluzji; brzydki wygląd ostrza podpowiadał, że niektóre musiały zawierać grafit i istotnie znalazłem kilka takich.

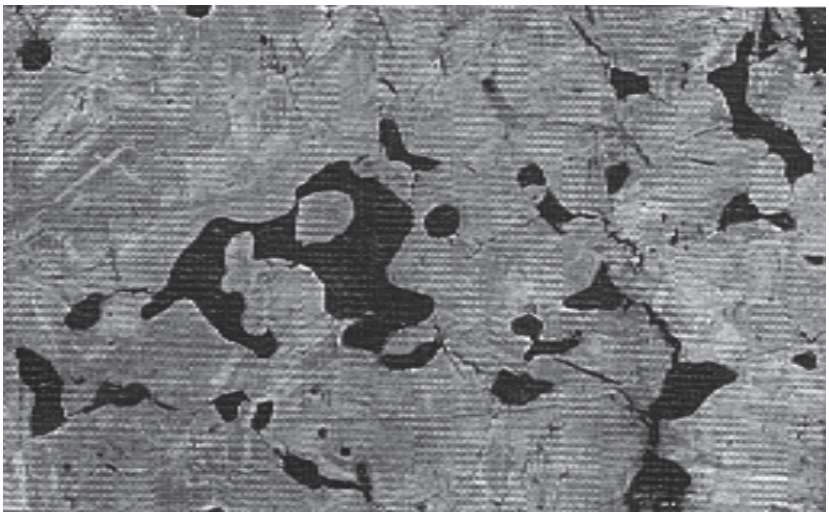
Następnego dnia, dumny z mego nabytku, popędziłem do pracowni muzeum na rue Buffon, pokazać nowy meteoryt. Wciąż pamiętam, co powiedział Paul Pellas niemal natychmiast: „Wygląda on tak, że nie byłbym zdziwiony, gdyby okazał się tylko jednym z fragmentów wielokrotnego spadku i może znajdzie się gdzieś nawet bryła 500 kg." Zdanie było wypowiedziane w chwili dużej radości; mogło być nawet tylko pobożnym życzeniem. W każdym razie po dziesięciu dniach znów zadzwonił pan C.: „Byłem z przyjacielem na miejscu znalezienia, szukaliśmy dzień i noc i znaleźliśmy więcej okazów, w sumie 140 kg. Największy okaz waży 95 kg. Jeśli jest pan zainteresowany, mogę sprzedać je za tę samą cenę za gram, co pierwszy okaz. Daję panu tydzień na zastanowienie się, zanim zaoferuję je komu innemu."

Rozumiejąc, że bycie jedynym właścicielem całego meteorytu może być opłacalne, zdołałem przy pomocy krewnych zebrać żądaną sumę, ale po kilku dniach pan C. zadzwonił ponownie. „Po ostatniej pana wizycie zainwestowaliśmy w nieco lepszy sprzęt do wykrywania metalu i znaleźliśmy dalsze 200 kg fragmentów od 5 do 15 kg; tym razem wyczyściliśmy cały teren, ale zaznaczaliśmy miejsca bardzo dokładnie i mamy pełny rysunek eliptycznego spadku."

Mijały wakacje, od czasu do czasu dostawałem wieści od pana C., wszystko szło dobrze. Jednak na początku września, lecąc samolotem do USA na giełdę minerałów w Denver, zastanawiałem się nad różnymi sprawami, jak zwykle podczas długich godzin lotu, i wtedy pomyślałem, do kogo właściwie należał teren, na którym znaleziono meteoryt. Odpowiedź znalazłem jak tylko wróciłem do domu, na tej samej mapie, którą pan C. dał mi podczas pierwszej wizyty: był to park narodowy, a więc teren należał do państwa. Szybko skontaktowałem się z panem C. i z muzeum, a oni skontaktowali się z miejscowym prefektem. Po kilku miesiącach negocjacji zapadło orzeczenie, że pan C. musi zwrócić władzom te okazy, które nadal są w jego posiadaniu. Ponieważ zostało mu tylko kilka kilogramów, z orzeczenia byli zadowoleni wszyscy zainteresowani.

Inne pytanie intrygowało mnie od samego początku: jak długo ten meteoryt znajdował się w glebie? W tej wilgotnej okolicy życie metalowych obiektów trwa bardzo krótko. Ludzie mający do czynienia z badaniami archeologicznymi sądzą, że stan powierzchni meteorytu wskazuje, że leżał on na ziemi około stu lat. Oczywiście pojawia się następne pytanie: jak to się mogło zdarzyć, że w tym gęsto zaludnionym obszarze nikt niczego nie widział i nie słyszał? Myślę, że jedynym wytłumaczeniem jest, że meteoryt ten prawdopodobnie spadł podczas wojny 1870 roku albo podczas I Wojny Światowej, gdy ta część Ardenów była terenem wielu zaciętych walk.

Alain Carion jest handlarzem minerałów i meteorytów mieszkającym w Paryżu, we Francji.



Meteoryty koło Namysłowa?

W „Trybunie Opolskiej" z 19 maja br. ukazała się informacja, że 25 kwietnia około godz. 13 spadł w Przeczowie koło Namysłowa deszcz meteorytów. Świadkiem był tamtejszy rolnik, Kazimierz Pękał. Jak mówił, bronował pole, gdy usłyszał świst tak głośny, że zagłuszył pracę silnika traktora. Gdy spojrzał w stronę, skąd dobiegał szum, zobaczył, jak w ziemię coś się wbija. Pobiegł tam i znalazł bryłę wielkości żołnierskiego hełmu, która była ciepła. Wokół leżało mnóstwo mniejszych bryłek. Podczas dalszego bronowania zauważył wiele innych brył.

Zjawiskiem zajęli się ufolodzy z Wrocławia, którzy badali tam doniesienia o pojawieniu się UFO kilka dni wcześniej. Według gazety zebrali oni cały wór próbek, które mieli przekazać do Instytutu Geologii we Wrocławiu. Ich zdaniem był to meteoryt żelazny.

Jeden z redaktorów gazety zatelefonował do Olsztyńskiego Planetarium. Obiecał przysłać jedną z próbek znajdujących się w redakcji, ale skończyło się na obietnicy. Dzwonił też jeden ze studentów geologii Uniwersytetu Warszawskiego, który wybierał się na teren spadku. Także nie przysłał obiecanych próbek. Ze świadkiem zdarzenia rozmawiał jeden z kolekcjonerów meteorytów, p. Kazimierz Mazurek. Twierdzi, że okazy, które otrzymał od rolnika na pewno nie są żelazne i mogą być co najwyżej kamienne. Podobne są do okazów pseudometeorytu Godzięcin, które widział na jednej z giełd minerałów.

Istotnie cała sprawa bardzo przypomina historię „meteorytu" Godzięcin. Okazy prezentowane przez świadka zdarzenia na zdjęciu w „Trybunie Opolskiej" wyglądają na takie, które przeleżały wiele lat w ziemi, a nie spadły kilka dni wcześniej. Podobnie dziwne wydaje się, że obszar spadku meteorytów nie przekracza 150 m^2. Ponadto deszczom meteorytów towarzyszą hałasy znane z Pułtuska, a nie z Baszkówki. Być może więc spadł tam jeden, czy kilka meteorytów, po czym wyzbierano wszystkie kamienie, jakie leżały na polu.

Czytelników, którzy wiedzą więcej o tym wydarzeniu, prosimy o podzielenie się informacjami. (Red.)

Szkliwo Pustyni Libijskiej — klejnoty na pustyni

Vincenzo de Michele i Romano Serra

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 2. Copyright © 1997 Pallasite Press)

29 grudnia 1932 roku Patrick Clayton, badacz angielski, odkrył szkliwo krzemionkowe Pustyni Libijskiej (Libyan Desert Silica Glass — zwane dalej LDSG); wiadomość o tym opublikowano w londyńskim *The Geographic Journal.*

LDSG jest pojedynczym naturalnym szkliwem, które zawiera 98% krzemionki (SiO_2) oraz tlenki metali; znajdowane jest w zachodniej części egipskiej pustyni, którą badacz Gerard Rolhts nazwał w 1874 roku „Wielkim Morzem Piasku". Przed Claytonem ludzie wiedzieli o istnieniu tej materii, ale była to mieszanina mitów i legend arabskich.

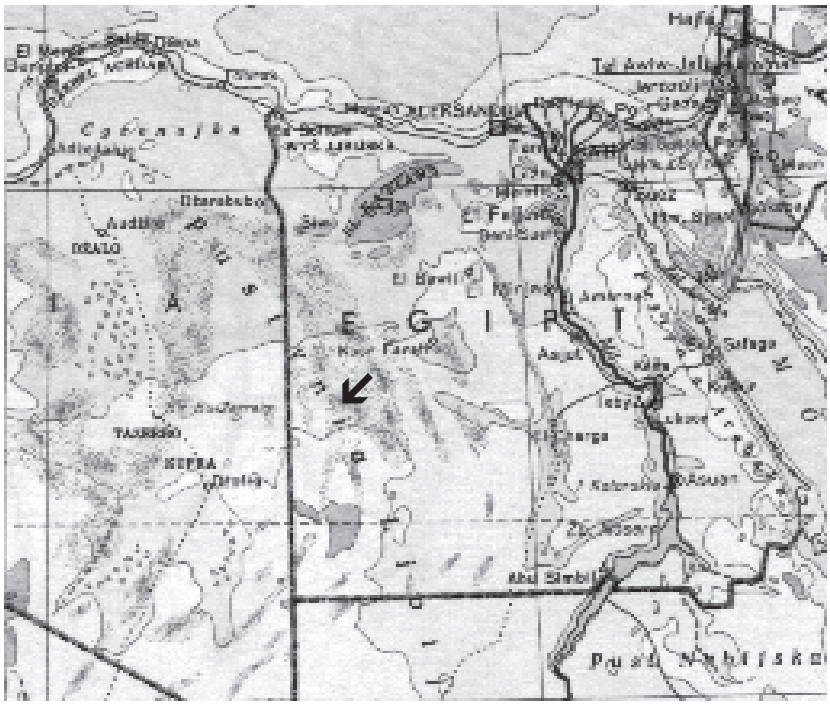
W 1934 roku Clayton zorganizował drugą ekspedycję, w której wziął udział także L.J. Spencer, oficjalny przedstawiciel działu mineralogicznego British Museum w Londynie. Spencer zaprezentował później to szkliwo jako materię do wyrobu klejnotów. Od tego czasu niewiele było ekspedycji, które dotarły do rejonu występowania LDSG; ostatnia została zorganizowana przez Instytut Luigi Negro w Verderio, we Włoszech, w marcu 1996 roku. Obszar występowania LDSG znajduje się około 450 km na południe od uroczej oazy Siwa, w zachodniej części egipskiej pustyni, która jest najbardziej wysuniętą na południe częścią pustyni zwanej „Pustynią Libijską". Dzięki temu, że teren ten, o wielkości około 50 ´ 80 km i współrzędnych 25°30´ E i 25°30´ N jest trudno dostępny, LDSG tak dobrze zachowały się w oryginalnym środowisku.

Aby dotrzeć na ten teren, trzeba uzyskać zezwolenie Egipskiej Służby Geologicznej i Urzędu Górniczego. Egipscy urzędnicy niezbyt chętnie dają takie zezwolenia. Obszar ten jest niezwykły i fascynujący. Jest to absolutna pustynia pokryta wydmami osiągającymi 150 metrów wysokości, które od szerokości 27°N stają się równoległe i między nimi powstają przejścia o szerokości 3 do 4 km. Jest to jeden z najsuchszych obszarów na całej naszej planecie. Średnie opady deszczu wynoszą 1 mm rocznie. Nawet skorpiony i gady nie znajdą tam warunków do przeżycia; czasem można tam jednak spotkać umierające wędrowne ptaki pokonane przez zmęczenie i brak wody.

Jest bardzo ważne, aby w przygotowaniach ekspedycji uwzględnić każdy najdrobniejszy szczegół nie pozostawiając niczego przypadkowi. Pojazdy muszą być w stanie znosić największe mechaniczne napięcia wywołane wysoką temperaturą, trudnym terenem (piach, kamienie, wydmy itd) i dużym ładunkiem żywności, wody, paliwa i wyposażenia.

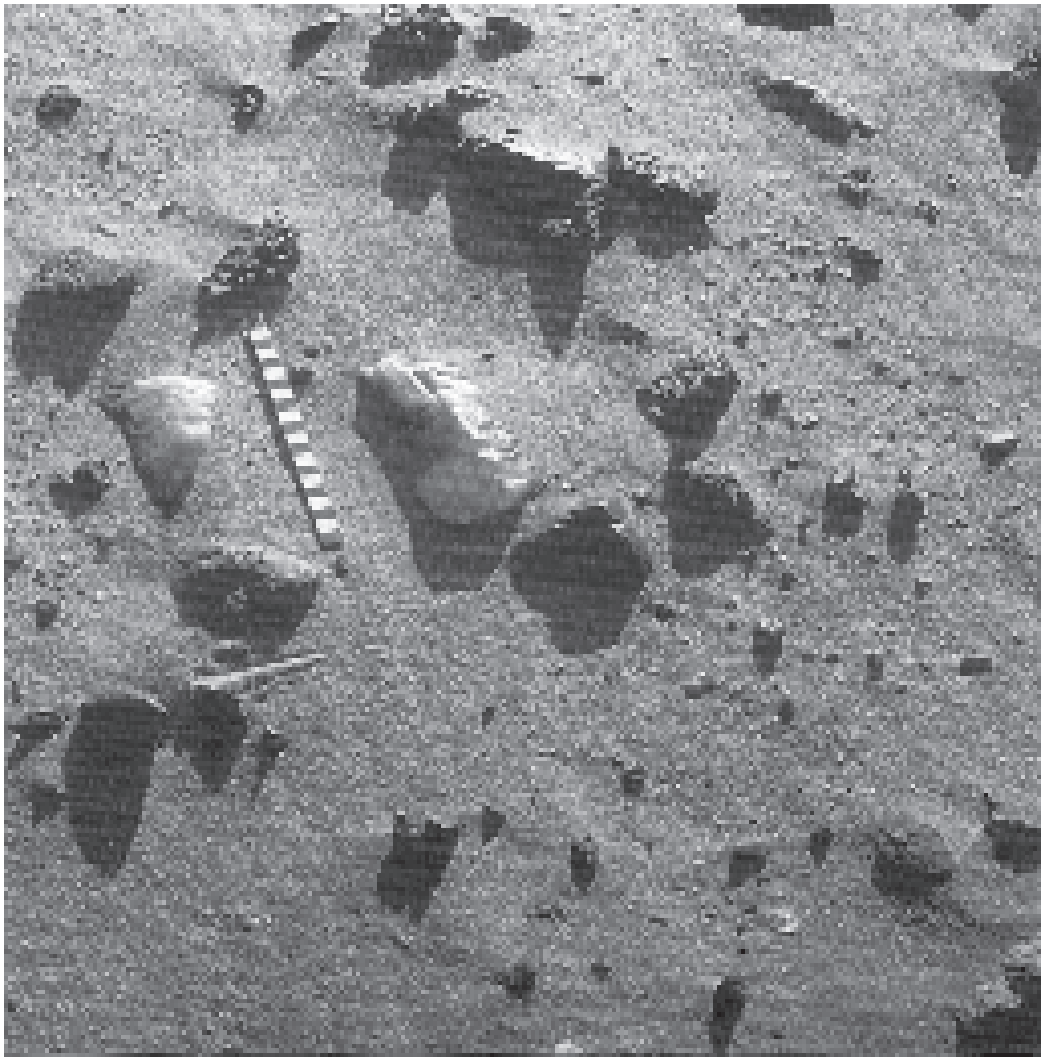
Poza badaniem LDSG Wielkie Morze Piasku może być interesującym terenem do poszukiwania meteorytów. Wiadomo, że znaleziono tam trochę silnie zwietrzałych meteorytów kamiennych, jeden meteoryt żelazny i różne mikrometeoryty; większość tych meteorytów ważyła tylko po kilka gramów z wyjątkiem jednego, który ważył 580 g.

LDSG znajdowane są w piasku wzdłuż przerw między wydmami. Mogą być przezroczyste lub nie, a ich barwy bywają białe, jasnozielone, ciemnozielone lub prawie czarne. Powierzchnia LDSG wystawiona na wiatr i słońce jest niemal idealnie gładka i lśniąca, podczas gdy powierzchnia tkwiąca w piasku jest nierówna i matowa. Waga ich sięga od kilku gramów do kilku kilogramów; średnia waga okazów wynosi około 100 gramów, ale znajdowano okazy ponad 10 kg. Są one bardzo stare i były znane prehistorycznym ludom. Na całym obszarze występowania, a nawet poza nim, znajdowano wyroby nawet z okresu paleolitu. W istocie LDSG są znacznie starsze i ich wiek ocenia się na około 28,5 miliona lat.



Obszar występowania szkliwa krzemionkowego Pustyni Libijskiej wskazuje strzałka.

Badania terenowe, potwierdzone przez dane uzyskane z geologicznej mapy Egiptu, wskazują, że największe ilości LDSG występują przeważnie na powierzchni wychodni skał. Kawałki szkliwa leżące na piaszczystym lub kamienistym gruncie, są przeważnie większe niż kamyki wokół nich, co potwierdza koncepcję, że LDSG jest czymś obcym w stosunku do gruntu, w którym występują. Kilka małych kawałków o nieregularnych kształtach i chropawej powierzchni znaleziono kopiąc nie głębiej niż metr.



Okazy LDSG w pustynnym piasku.

Występowanie LDSG urywa się nagle na zachodniej granicy obszaru, gdzie wydmy są ograniczone skalistą równiną. Na wschodniej granicy szkliwo występuje dość licznie, ale towarzyszą mu często wyroby z LDSG, więc przesunięcie granicy występowania na wschód jest prawdopodobnie skutkiem działalności ludzkiej. Na południu surowe szkliwo nie występuje na północ od czerwonych osadów pochodzących z jeziora z okresu holocenu, natomiast obszar ten jest bogaty w wyroby ze szkliwa. Na północy ilość i wielkość kawałków zmniejsza się stopniowo, ale są one widoczne wzdłuż przerw między wydmami przez wiele kilometrów. Warto zauważyć, że wzdłuż przerw między wydmami szkliwo występuje liczniej przy zachodniej granicy.

Obserwacje terenowe wskazują, że prawdopodobnie występowała powolna migracja ruchomych wydm na wschód. Powodowało to stopniowe odsłanianie wcześniej zakrytego podłoża wraz z zawartym w nim szkliwem. Odsłonięte LDSG było stopniowo niszczone przez czynniki fizyczne i chemiczne. W obszarze maksymalnej liczebności LDSG prowadzono poszukiwania wysokociśnieniowych form krzemionki i stwierdzono prawdopodobną obecność coesytu i stishowitu. Białe kamienie piaskowca towarzyszące LDSG mają bardzo słabe ślady zjawisk tektonicznych jak pofałdowania i słabe serie spękań. Nie stwierdzono żadnych deformacji szokowych.

Zebrane dotąd informacje pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków dotyczących pochodzenia LDSG:

F LDSG nie powstały w wyniku zjawisk związanych z wulkanizmem, ponieważ nie ma śladów takich zjawisk ani na obszarze występowania, ani w przylegających, nawet odległych obszarach.

F Jest oczywiste, że LDSG nie utworzyły się w basenach jezior o zmiennym pH.

F LDSG nie powstały w wyniku zjawisk związanych z uderzeniem meteorytu na terenie występowania, ponieważ nie zauważono krateru ani deformacji szokowych. Jest jednak możliwe, że zderzenie nastąpiło w starszych warstwach, które mogą być zakryte.

Hipotezą najbardziej możliwą do przyjęcia jest ta, że nastąpiło zderzenie z Ziemią jakiegoś ciała kosmicznego, komety (A. Murali i inni) lub planetoidy. Szczegółowa analiza (R. Rocchia i inni) stwierdziła występowanie w LDSG: Fe, Ni, Co, Cr, Ir, i to potwierdza jego pozaziemską naturę.

Natural History Museum of Milan
Dept. of Physics,
University of Bologna

Meteorytowe strony w Internecie

Martin G. Horejsi

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 2. Copyright © 1997 Pallasite Press)

W sierpniu zeszłego roku, gdy ogłoszono „Znalezienie życia w marsjańskim meteorycie", większość z nas, jak przypuszczam, starała się jak najszybciej znaleźć wszelkie informacje na ten temat. Dla tych, którzy żeglują po Internecie, wieści z całego świata były na końcach palców.

Gdy usłyszałem nowinę, natychmiast włączyłem się do sieci i wywołałem virtual newspaper, aby poznać źródło tego odkrycia. Potem wybrałem strony NASA, aby poznać najnowsze wyniki badań wraz z ilustracjami. Potem znalazłem połączenie do czasopisma *Science* i wydrukowałem cały artykuł wraz z kolorowymi zdjęciami i wykresami. Potem zajrzałem na strony agencji kosmicznej po aktualizacje, reakcje i aktualne informacje o Marsie. Potem na odbywającą się właśnie konferencję prasową. Cała podróż przez marsjańskie meteorytowe szaleństwo zajęła mniej niż godzinę, po czym miałem prawie sto stron tekstu, ilustracji i zapisów z konferencji prasowej na ten temat.

Rozwijający się gwałtownie i mający już ponad 20 milionów stron Internet stanowi dla naszej, rozrzuconej po całym świecie, grupy entuzjastów meteorytów wspaniałe narzędzie komunikacji.

Oto przegląd stron internetowych zawierających informacje na temat meteorytów. Gdy zacząłem robić ten przegląd ponad rok temu, było ich ponad połowę mniej. Moja wiedza opiera się na ponad dwuletniej obserwacji, jak te strony się rozwijają, kontaktach z autorami stron, dostarczaniu im materiałów i uczestniczeniu w online activities. Przygotowując ten materiał postarałem się odnaleźć wszystkie stronice, które wchodzą w zakres tego przeglądu. Z góry przepraszam, jeśli kogoś pominąłem.

Pierwsze trzy wymienione strony są szczególnie dobre ze względu na połączenie wielu różnych dziedzin zajmujących się meteorytami. Chociaż wiele innych stron oferuje znakomite informacje, te pierwsze trzy mają niewiele lub nic na sprzedaż, a są wypełnione informacjami, ilustracjami i możliwościami komunikacji. Chociaż więc podaję wszystkie internetowe adresy, najlepiej znaleźć najpierw strony takie jak jedna z pierwszych dwóch wymienionych i wykorzystać ich możliwości łączenia się, aby dotrzeć do innych stron.

Meteorite Central

http://www.jonesville.com/meteor/index.shtml

Meteorite Central pojawiło się 5 lutego 1996 r. Są to pierwsze strony meteorytowe promujące chat group i rozwijając e-mailowe możliwości Internetu. Dla tych, którzy nie mogli uczestniczyć w poniedziałkowych nocnych sesjach, istnieje biuletyn zawierający zapisane pytania i odpowiedzi z tych dyskusji i nadesłane przez każdego, kto ma dostęp do poczty elektronicznej. Ponadto można bezpłatnie umieścić ogłoszenia, przesłać pocztówki z kosmicznymi obrazkami i przejrzeć recenzje książek. Inna znakomita usługa, którą oferują twórcy, to e-mailowa lista wysyłkowa dla prenumeratorów. Wszyscy zainteresowani mogą bezpłatnie dołączyć się do tej listy. Wszystkie informacje przygotowane dla tej listy są przekazywane do każdego prenumeratora. Nie będąc na tej liście tracisz wspaniałe opowieści i informacje o meteorytach. Na szczęście gospodarze archiwizują e-mailowe dyskusje w postaci łatwej do odnalezienia. Jeszcze jeden element godny uwagi, to połączenia z innymi stronami wraz z krótkim przeglądem ich zawartości.

The Meteorite Exchange

http://www.meteorite.com/

Jest to skład informacji meteorytowych. Autorzy tych stron: Paul Harris i Jim Tobin, wciąż rozbudowują je w różnych kierunkach, tak że jest tam mnóstwo do zobaczenia i do zrobienia. Strony te, które zaczęły formalnie działać w styczniu 1996 r., są pełne informacji oraz odsyłaczy do innych stron związanych z meteorytami. Jest tam strona aukcji meteorytów, książek na sprzedaż i strona bezpłatnych ogłoszeń. Jest tam najobszerniejsza kolekcja zdjęć meteorytów w całej sieci oraz spis handlarzy meteorytów, który łatwo wydrukować jako jedną długą listę.

Istnieje szereg możliwości korzystania z tych stron, co daje wiele satysfakcji miłośnikom meteorytów. Są tam osobiste refleksje, opowieści, projekty badawcze, nowości, porady. Miłośnicy meteorytów mogą umieszczać swoje artykuły na stronach dla gości, aby podzielić się z innymi swymi przygodami.

New England Meteoritical Services

http://www.meteorlab.com/

Strony NEMS są wspaniałym narzędziem edukacyjnym. Doskonała konstrukcja i liczne wzajemne powiązania sprawiają, że korzystający ma wrażenie, że to jakiś program na CD ROM. Szczegółowy słownik terminów meteorytowych jest powiązany z wieloma stronami pozwalając czytelnikowi sięgać do definicji podczas czytania dowolnego materiału. NEMS oferuje też fotogalerię również połączoną z odpowiednimi tematami. W galerii jest około 20 różnych meteorytów z dokładnymi objaśnieniami połączonymi z dalszymi ilustracjami i słownikiem. NEMS oferuje także konkurs na żywo, porady dla kolekcjonerów, krótką historię meteorytyki, a także dostęp do katalogu oferowanych meteorytów i usług.

Russ Kempton, dyrektor NEMS zapewnia, że te strony wykorzystują wszelkie możliwości najnowszej techniki komputerowej. Wszystkie informacje są powiązane wzajemnie, co pozwala czytelnikowi swobodnie wędrować po stronach zgodnie z tym, co go aktualnie interesuje. Jest tam nawet strona ze wskazówkami, jak żeglować po tych stronach.

Następna grupa stron dostarcza informacji oraz oferuje meteoryty na sprzedaż.

The Meteorite Market

http://www.alaska.net/~meteor

Jest to jeden z meteorytowych pionierów Internetu i od startu 17 lipca 1995 r. uległ wielu zmianom. Gospodarz, Erik Twelker, jako pierwszy w Internecie, pokazywał zdjęcie każdego meteorytu oferowanego na sprzedaż. Według mych obserwacji jest także pierwszym oferującym stronę ze zdjęciami meteorytów bez podpisu, tak że kupujący może wybrać okaz według jego wyglądu.

Są tu liczne informacje edukacyjne i wiele połączeń ze zdjęciami rozrzuconych w tekście. Szczegółowe informacje o meteorytach są bardzo obszerne i według mnie te strony są jednymi z najlepszych pod względem edukacyjnym w Internecie nie tylko wśród meteorytowych. Żeglowanie po nich przypomina korzystanie z programu multimedialnego. Szerokie wykorzystywanie połączeń hipertekstowych pozwala na łatwe sięganie do definicji, ilustracji, map i słownika minerałów znajdowanych w meteorytach.

Oprócz meteorytów oferowanych na sprzedaż są także tektyty, książki i podstawki pod eksponaty. Jest to w istocie aktualny katalog, gdzie możesz spędzać czas przeglądając powoli zdjęcia i informacje o okazach. Miejsce to jest wspaniałe zarówno dla miłośników meteorytów jak i dla zainteresowanych poznaniem możliwości edukacyjnych Internetu.

Wyjątkową cechą tych stron są porady prawne na temat zagadnień związanych z meteorytami. Dzięki temu, że Erik Twelker ma praktykę zarówno jako prawnik jak i geolog, ma dobre przygotowanie do udzielania odpowiedzi na temat praw własności.

Michael I. Casper Meteorites, Inc.

http://www.meteorites.com/index.html

Te strony mają dwie główne zalety: edukacyjną i inwentarzową. Informacje edukacyjne są świetnie napisane i prezentowane w postaci zwięzłych definicji. Lista meteorytów na sprzedaż jest ułożona alfabetycznie i zawiera niewiele okazów poniżej $100. Liczba meteorytów jest zdumiewająca. Listę czyta się jak katalog muzealny. Oferowanych jest wiele głównych mas meteorytów włącznie z przypuszczalną główną masą chondrytu Holbrook – 6,9 kg. Może być twoja za jedyne $75000!

Swiss Meteorite Lab

http://www.meteorite.ch/

Strony SML wystartowały 16 lutego 1995 r. i rozwinęły się błyskawicznie wykorzystując większość nowej techniki Internetu. Prowadzi je Rolf Bühler. Ma on nadzieję, że w przyszłości staną się one „miejscem spotkań wszystkich zainteresowanych meteorytami". Jego plany przewidują strony informacyjne z nowościami z dziedziny meteorytyki.

Na sprzedaż oferowane są dziesiątki różnych meteorytów i tektytów. Jest nawet osobna strona wypełniona okazami micromount. Są liczne połączenia z obrazkami, a strony specjalnych ofert czasem pokazują więcej zdjęć wybranych meteorytów. Są nawet zdjęcia micromount na sprzedaż. Potęga Internetu jako środka sprzedaży jest widoczna na stronach specjalnej oferty. Szereg meteorytów oferowanych ostatnio w Internecie sprzedano szybko nie pozostawiając prawie nic dla tych, którzy oczekiwali na informacje pocztowe.

Trzecia grupa stron ma charakter głównie komercyjny.

Bethany Sciences

http://www.rahul.net/resource/regular/products/bethany-sciences/

Jako jedne z pierwszych stron internetowych nie rozwinęły się one do poziomu pięknego katalogu Bethany Sciences. Zawierają jednak instrukcje, jak dostać ten katalog bezpłatnie.

Erich and Sylvia's Meteorites and Moldavites

http://www.meteorite.com/Erichs/

Te austriackie strony oferują na sprzedaż około 20 meteorytów oraz trochę minarałów i tektytów. Dostępne są zdjęcia wielu okazów.

Robert A. Haag Meteorites

http://www.novaspace.com/METEOR/Meteor.html

Strony od niedawna obecne w Internecie oferują informacje i o Haagu i o meteorytach. Aktualnie niewiele meteorytów jest na sprzedaż, ale jest to jedyne miejsce, gdzie oferowane są między innymi kostki do gry na gitarze z Gibeona. Pokazane są zdjęcia każdego oferowanego okazu.

Magic Mountain Meteorites

http://www.theriver.com/magic_mountain/

Jest to jedna długa strona, która rozpoczyna się ciekawą opowieścią Gary'ego W. Kronk'a o meteorytach i Indianach. Prezentowane są informacje o meteorytach w ogóle i o okazach oferowanych na sprzedaż. Tych ostatnich jest ponad 35. Nie ma jednak informacji ani o wielkości ani o cenach. Można je uzyskać pocztą elektroniczną bezpośrednio z Magic Mountain.

The Meteorite Express

http://www.geocities.com/CapeCanaveral/6717/

Strony te oferują informacje dla kolekcjonerów meteorytów. Są to dane o handlarzach, dostępności na rynku poszczególnych rodzajów meteorytów i nawet przewodnik po cenach. Jest też galeria zdjęć.

Meteorite Magazine

http://www.meteor.co.nz/

Te nowozelandzkie strony mają promować czasopismo „Meteorite!" Podane są informacje o warunkach prenumeraty i ogłoszeń, oraz spis treści bieżącego numeru i wszystkich wcześniejszych. Strona połączeń zawiera informacje o meteorytowych stronach komercyjnych, o meteorytach i związanych z nimi stronach astronomicznych. Są też teksty kilku artykułów z cyklu „Meteoryt numeru". Chociaż o tym, że cały numer znajdzie się w Internecie, można sobie pomarzyć, włączenie tych artykułów daje informację o jakości i poziomie informacji, jakie „Meteorite!" oferuje czytelnikom.

The Meteorite Page
http://133.1.104.129/metpage.html

Na stronie tytułowej widnieje data uruchomienia październik 1995, ale w chwili pisania tylko jedna z pięciu stron była czynna. Pozostałe wciąż są przygotowywane. Na tej jedynej stronie jest oferta sprzedaży meteorytów. Oferowanych jest około 25 meteorytów, w tym kilka rzadkich achondrytów.

Michael Blood Meteorites
http://www.meteorite.com/Michael_Blood/

Strony te zawierają listę okazów na sprzedaż oraz kilka artykułów. Ciekawą cechą tej listy są aktualne komentarze dotyczące okazów, które często zawierają ciekawe rodzynki informacji, historię i opinie Michaela Blooda.

Mile High Meteorites
http://www.mhmeteorites.com

Matt Morgan, który jest gospodarzem tych stron, oferuje na sprzedaż około 15 różnych meteorytów. Prezentuje też galerię zdjęć i mapę miejsc znalezienia meteorytów w stanie Colorado.

Mineralogical Research Company
http://www.minresco.com/

Wśród ogromnego zbioru ziemskich minerałów MRC oferuje na sprzedaż wiele różnych meteorytów i tektytów. Sprzedaje też podstawki, pudełka i książki o minerałach, z których kilka jest poświęconych tylko meteorytom. Oferują egzemplarze książki „Tektites and Their Origin" Johna A. O'Keefe owinięte w folię i najwidoczniej leżące w magazynie przez ostatnie 20 lat. Są też zdjęcia prawie wszystkiego, co jest oferowane.

Meteoryty z kolekcji Davida Bowersa są wystawione na sprzedaż i ułożone alfabetycznie. Można przeglądać tylko jedną literę na raz, co oznacza przynajmniej 52 kliknięcia myszy, aby przejrzeć całą kolekcję. Jednak wiele rzadkich okazów i głównych mas sprawia, że warto ten trud podjąć.

R.A. Langheinrich Meteorites
http://ourworld.compuserve.com/homepages/meteorite/

Strony meteorytowe Alana Langa oferują na sprzedaż wiele meteorytów, w tym kilka niezwykle rzadkich okazów. Galeria zdjęć jest również warta obejrzenia, a zdjęcia wczytuje się dość szybko dzięki ich wielkości i wyrazistości. Wyeksponowany jest meteoryt Peekskill, oraz samochód, w który uderzył. Lista wszystkich okazów oferowanych na sprzedaż jest ułożona w formie łatwej do wydrukowania.

Walter Zeitschel Meteorite Collection
http://ourworld.compuserve.com/homepages/Joerg_Zeitschel/homepage.htm

Strona Zeitschela jest wyłącznie handlowa i zawiera listę 25 meteorytów z cenami w markach niemieckich.

Ostatnia grupa stron to edukacyjne bez elementów komercyjnych lub z niewielką ilością.

Phil Bagnall's Meteors and Meteorites Page
http://www.ticetboo.demon.co.uk/met.htm

Phil Bagnall, autor książki „The Meteorite and Tektite Collector's Handbook" oferuje kilkanaście ilustracji i kilka artykułów. Wiele zdjęć przedstawia meteoryty nie pokazywane w żadnym innym miejscu Sieci. Są też informacje o książce.

Dutch Meteor Society
http://home.pi.net/~terkuile/meteors/dmswww/meteorit.htm

Można znaleźć na tych stronach, między innymi, dużą ilość zdjęć i informacji na temat deszczu ^{129}Xe i ^{132}Xe meteorytów Mbale.

Institute of Meteoritics, University of New Mexico
http://eps001.unm.edu/iom/home.htm

Strony UNM zawierają cały ich katalog meteorytów. Ostrożnie jednak! Gdy naciśniesz przycisk drukowania, aby mieć wydruk katalogu, bądź przygotowany na ponad 250 stron!

Meteorites from Antarctica
http://www-curator.jsc.nasa.gov/curator/antmet/antmet.htm

Gospodarzem tych stron jest Centrum Kosmiczne Johnsona. Pojawiły się one we wrześniu 1994 roku. Chociaż są adresowane do naukowców, miłośnicy znajdą tam cenne informacje oraz możliwość przyjrzenia się badawczej stronie meteorytyki. Są tam dobrej jakości ilustracje i wykresy dotyczące Antarktydy i znajdowanych tam meteorytów.

The Meteoritical Bulletin
http://www.uark.edu/studorg/metsoc/metbull.htm

Te strony zawierają aktualny Biuletyn Meteorytyczny zawierający informacje o najnowszych spadkach i znaleziskach meteorytów, który zostanie obublikowany w „Meteoritics & Planetary Science" dopiero dwa miesiące po ukazaniu się tego przeglądu. Niektórym meteorytom towarzyszy mapa miejsca znalezienia.

The Meteoritical Society
http://cavern.uark.edu/studorg/metsoc/

Są to strony Towarzystwa Meteorytycznego zawierające szczegółowe informacje o wszystkich aspektach tej organizacji. Są tam komunikaty oraz statut Towarzystwa. Dla zainteresowanych oferowane są ponadto bezpłatnie niektóre numery „Smithsonian Contributions".

Meteoritics & Planetary Science
http://www.uark.edu/meteor/

Strony te promują czasopismo „Meteoritics & Planetary Science". Zawierają aktualny numer, listę dostępnych wcześniejszych numerów i wymagania dotyczące nadsyłanych artykułów.

Meteors and Meteorites
http://seds.lpl.arizona.edu/nineplanets/nineplanets/meteorites.html

Podobnie jak Meteoroids and Meteorites strony te mają dział meteorytowy, ale zawierają też setki połączeń do tematów związanych z kosmosem. Jest tam mnóstwo ilustracji, definicji, danych i nawet dźwięków.

Meteoroids and Meteorites
http://bang,lanl.gov/solarsys/meteor.htm

Gospodarzem tych stron jest Calvin J. Hamilton. Jest to część kolekcji stron pod nazwą „Widoki naszego Układu Słonecznego", które są reklamowane jako edukacyjna podróż przez Układ Słoneczny. Jest tam trochę wysokiej jakości zdjęć meteorytów i informacji dotyczących ALH84001. Jest też ponad 220 stron informacji; w tym przewodnik po kraterach uderzeniowych i mikrometeorytach. Wszystkie materiały można wykorzystywać bezpłatnie w celach niekomercyjnych.

The Oscar E. Monnig Meteorite Collection
http://geowww.geo.tcu.edu/faculty/monig.html

Ta pojedyncza strona, której gospodarzem jest Texas Christian University, prezentuje dane biograficzne Monniga i informacje o jego kolekcji.

Meteorite and Impacts Advisory Committee to the Canadian Space Agency
http://dsaing.uqac.uquebec.ca/~mhiggins/MIAC/MIAC.html

Prezentowane są ogólne informacje o meteorytach i szczegółowe o meteorytach kanadyjskich.

Museum of Victoria, Melbourne, Australia
http://www.mov.vic.gov.au/mineralogy/meteor.html

Prezentowana jest lista okazów w kolekcji muzeum.

Peabody Museum, Yale University
http://www.peabody.yale.edu/collections/met

Prezentowana jest historia kolekcji, a w przyszłości będzie aktualny katalog.

Photomicrographs of meteorites
http://micro.magnet.fsu.edu/micro/gallery/meteorites/meteorite.html

Gospodarzem tych stron jest stan Floryda. Prezentowanych jest pięć barwnych zdjęć mikroskopowych meteorytów. Niestety nie ma dokładnych nazw okazów.

Norwegian meteorites
http://www.stud.unit.no/~itheen/meteor/norwegianmeteorites.html

Oferowane są informacje o norweskich meteorytach i kraterach. Jest kilka połączeń do szczegółowych informacji o zjawiskach związanych z meteorami.

Było Seminarium...

Zapowiadane w poprzednim numerze VII Seminarium Meteorowo-Meteorytowe odbyło się zgodnie z programem. Wygłoszone referaty i komunikaty zostaną wydane w postaci okolicznościowej publikacji (format A5, ok. 80 stron, ilustracje cz-b.), która powinna ukazać się w sierpniu br. Publikację będzie można nabyć za pośrednictwem Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego, Al. Piłsudskiego 38, 10-450 Olsztyn.

Kolejne, VIII Seminarium Meteorowo-Meteorytowe jest planowane na październik 1999 roku.

Nowy meteoryt z Księżyca

Znany niemiecki kolekcjoner meteorytów, Walter Zeitschel (zob. adresy internetowe), przysłał nam zdjęcie meteorytu znalezionego w marcu 1997 r. w rejonie Dar al Gani w Libii, oznaczonego DG 262. Jest to achondryt księżycowy będący anortozytową brekcją regolitową. Na przekroju widoczne są jaśniejsze okruchy skalenia. Zeitschel ocenia wartość kolekcjonerską tego meteorytu na 50 mln dolarów USA. Udało mu się zdobyć 0,4 grama do własnej kolekcji i uważa ten okruch za najcenniejszy okaz w swych zbiorach.

Spytaj geologa

odpowiada Bernhard Spörli

Publikacja z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 2.
Copyright © 1997 Pallasite Press

1. ***Co oznacza termin „skład modalny”?***

Jest to ciekawy przypadek terminu naukowego, który ma różne znaczenia w różnych dziedzinach nauki. W tym przypadku odnosi się on do oceny proporcji minerałów i wszelkich innych składników tworzących skałę. Między innymi geolodzy i metalurdzy są często zainteresowani bardziej znajomością procentowej zawartości objętościowej a nie wagowej składników skały czy jakiejś innej materii.

Najczęściej informacje tego rodzaju uzyskuje się poprzez odcięcie płytki lub płytki cienkiej a następnie przeprowadzenie punktowego zliczania lub analizy metodą Rosiwala w następujący sposób: Na powierzchnię płytki nanosi się siatkę punktów. Wędrując po płytce operator zlicza, jak dużo punktów przypada na każdy ze składników tworzących skałę. W ten sposób uzyskuje się najpierw wartość względnej powierzchni zajmowanej przez każdy składnik. Wyniki można przekształcić w ocenę objętościowych proporcji składników. To jest właśnie skład modalny, którego dotyczy pytanie. W 1956 r. Felix Chayes opisał krótko i elegancko tę metodę.

Z chwilą wprowadzenia cyfrowej analizy obrazu procedury te zautomatyzowano i stały się one dokładniejsze, ponieważ piksele obrazu można użyć jako punkty siatki. Ta technika jest szeroko stosowana w petrologii skał zarówno osadowych jak i magmowych. Wykorzystano ją także do określenia objętościowych proporcji różnych faz w figurach Widmanstättena w meteorytach żelaznych.

2. ***Jeśli brekcje meteorytowe powstają w wyniku zderzenia planetoid, to jak powstają brekcje na Ziemi?***

Powstawanie brekcji obejmuje każdy proces fragmentacji, w trakcie którego w skale powstają liczne spękania i pierwotnie zwarta materia rozpada się na kanciaste fragmenty. Na Ziemi jest wiele przypadków powstawania brekcji od przebiegających dość łagodnie do bardzo gwałtownych.

Przypadki łagodnego powstawania brekcji można obserwować na terenach górskich, gdzie nacisk na skały znajdujące się u podnóża stromych, skalnych zboczy powoduje otwierania się szczelin wzdłuż istniejących wcześniej płaszczyzn o niższej wytrzymałości, stwarzając niekończące się problemy inżynierom budownictwa lądowego. Innymi miejscami powstawania brekcji są osypiska, gdzie kanciaste kawałki skał spadają z urwiska jeden za drugim lub niewielkimi grupami i gromadzą się u podnóża w postaci osadów, w których najmniejsze okruchy zbierają się na górze. W górach można napotkać także przykłady gwałtownych mechanizmów w postaci kamiennych lawin i osunięć ziemi. Znanymi przykładami są osuwiska Elm, Goldau i Flims w Alpach Szwajcarskich czy osuwisko Gros Ventre w USA. Brekcje wspomnianych wyżej rodzajów występują także w środowisku pozaziemskim, zwłaszcza na Marsie.

Powstawanie brekcji jest ważnym procesem dla geologii złóż, ponieważ tworzy szczeliny pod powierzchnią, w które mogą wnikać ciecze osadzając minerały rudne. Takie brekcje mogą być tworzone w wyniku uskoków podczas trzęsień ziemi lub przy procesach związanych z magmą lub gorącymi cieczami pod ciśnieniem w wulkanach lub pod nimi. Niektóre, jak brekcje Sudbury w prowincji Ontario w Kanadzie, są skutkiem uderzeń meteorytów. Proces powstawania brekcji jest ważny dla pól naftowych, ponieważ wywołuje porowatość i możliwość migracji węglowodorów. W obszarach, pod którymi znajdują się stare złoża soli, wniknięcie wody gruntowej może rozpuścić sól i spowodować powstanie brekcji w wyniku zawalenia się skał położonych wyżej. Analogiczne procesy występują w jaskiniach, gdzie zapadnięcie się ścian może wytworzyć grube pokłady brekcji.

Wszystkie opisane rodzaje brekcji są zachowane w skałach i można znaleźć przykłady liczące setki czy nawet miliardy lat.

Auckland University

Nowiny

Lewoskrętne aminokwasy

Analiza meteorytów może pomóc wyjaśnić tajemniczą cechę charakterystyczną cząsteczek życia. Skoncentrowanie się na chemicznej ewolucji i powstaniu życia prowadziło do badań, które mogą pomóc lepiej wytłumaczyć, jak wytworzyła się molekularna sztuczka w całym życiu na Ziemi.

Badania sugerują, że światło emitowane przez pozostałości gwiazdy, która eksplodowała ponad 4,5 miliarda lat temu, mogły wytworzyć ten trick w trakcie organicznej ewolucji chemicznej, która zachodziła przed powstaniem życia. Chemicy z Uniwersytetu Arizońskiego: John R. Cronin i Sandra Pizarello opublikowali swe odkrycia dotyczące tego tematu w czasopiśmie *Science* z 14 lutego.

Molekularna sztuczka wygląda następująco: naukowcy wiedzą od dawna, że wiele związków w żywych organizmach występuje w lustrzanych formach. Można powiedzieć, że te formy są jak dwie ręce. Jedna jest lustrzanym odbiciem drugiej. Związki o określonej skrętności są niezbędne, ponieważ bez nich wielkie cząsteczki biologiczne jak białka, nie byłyby w stanie tworzyć struktur, które można powielać. Gdy naukowcy wytwarzają te same związki w laboratorium, połowa cząsteczek okazuje się lewoskrętna a połowa prawoskrętna. Jednak w ziemskich organizmach wszystkie aminokwasy, które są cegiełkami życia, są lewoskrętne.

„Życie jest niezwykle grymaśne co do tego, które związki używa." stwierdził Cronin. „Jest więc pytanie, jak do tego doszło, że życie było w stanie dokonać wyboru form o jednej tylko skrętności, skoro i lewoskrętne i prawoskrętne formy były jednakowo prawdopodobne?"

Są dwie główne teorie na temat tego, jak to się stało. Według jednej istniał jakiś rodzaj wpływu na ewolucję chemiczną przed powstaniem życia, który albo promował rozwój lewoskrętnych aminokwasów, albo powodował rozpad aminokwasów prawoskrętnych. Druga teoria twierdzi, że ta cząsteczkowa jednostronność powstała w wyniku ewolucji biologicznej po powstaniu życia.

Szczęśliwie meteoryty bogate w związki organiczne dostarczają sposobu na przetestowanie pierwszej teorii. Życie prawdopodobnie powstało na Ziemi około 3,8 miliarda lat temu. Związki organiczne znalezione w niektórych meteorytach mają nawet 4,5 miliarda lat.

Badacze próbowali przeprowadzić takie testy od kilkudziesięciu lat, ale zawsze pojawiały się jakieś problemy. Jest bardzo łatwo zanieczyścić meteoryt aminokwasami z Ziemi zniekształcając wyniki.

Nadszedł wiosenny semestr 1995 roku, gdy Cronin prowadził specjalistyczne wykłady na Uniwersytecie Arizońskim, dotyczące między innymi tego zagadnienia. Przeczytał on ciekawą sugestię Williama Bonnera, chemika z Uniwersytetu Stanforda, na temat gwiazd neutronowych. Gwiazdy te są pozostałościami po eksplozji gwiazdy i pojawieniu się supernowej. Gwiazdy neutronowe emitują światło spolaryzowane kołowo. Oznacza to, że światło tych gwiazd porusza się zakreślając ciasną spiralę. Spirala ta może być lewoskrętna lub prawoskrętna.

Lewoskrętne związki organiczne mają tendencję do pochłaniania fal świetlnych wędrujących po spirali w jednym kierunku, a związki prawoskrętne pochłaniają fale biegnące po spirali w odmiennym kierunku. Bonner i jego koledzy zaproponowali więc, że spolaryzowane kołowo światło wysyłane przez gwiazdę neutronową mogło wywołać molekularną jednostronność w wielkim obłoku gazu i pyłu międzygwiezdnego, z którego utworzyło się Słońce i planety ponad 4,5 miliarda lat temu.

„Mogło ono działać promując syntezę określonych związków, lub co bardziej prawdopodobne, działać w sposób destrukcyjny, promując rozpad jednych lub drugich." stwierdził Cronin. „Aby znaleźć dowody, że taki proces mógł mieć miejsce, powinniśmy przyjrzeć się meteorytom i to w taki sposób, w jaki jeszcze tego nie robiliśmy." Aby obejść problem zanieczyszczeń, który nękał badaczy w przeszłości, wraz z Pizzarello analizowali w meteorycie Murchison tylko te aminokwasy, które nie są znane na Ziemi.

„Jest wiele takich w tym meteorycie" stwierdził Cronin. „Znamy 40 lub 50 różnych aminokwasów, które na Ziemi nie występują."

Badacze z Uniwersytetu Arizońskiego badali związki organiczne w meteorycie Murchison, który spadł w Australii w 1969 roku. Publikacja w *Science* opisuje analizy czterech aminokwasów z tego meteorytu. Trzy z nich nie występują na Ziemi, a czwarty występuje tylko w nielicznych organizmach.

„Jesteśmy pewni, że stwierdziliśmy nadwyżkę lewoskrętnych postaci w stosunku do prawoskrętnych od 2% do 9%." – twierdzi Cronin.

Jeffrey L. Bada z Instytutu Oceanografii Scrippsa w La Jolla jest zdania, że odkrycie Cronina i Pizzarello pokazuje prawdopodobnie po raz pierwszy, że w kosmosie mogły istnieć naturalne procesy, które wywołały preferowaną skrętność aminokwasów. Odkrycie przewagi form lewoskrętnych w meteorycie Murchison, jeśli zostanie potwierdzone, z pewnością wywoła lawinę dalszych badań.

Steve Koppes
Arizona State University

Początki życia na Ziemi

Przyjmuje się powszechnie, że życie na Ziemi istniało już około 3,46 miliarda lat temu. Taki wiek mają mikroskamieniałości znalezione w skałach osadowych północno-zachodniej Australii. Zaobserwowano w tych skałach łańcuchy obiektów przypominających skamieniałe komórki dzisiejszych sinic.

Pod koniec lat siedemdziesiątych sugerowano, że istnieją wstępne dowody na istnienie życia jeszcze wcześniej, około 3,8 miliarda lat temu. Znaleziono je w skałach koło Isua w zachodniej Grenlandii. Ostatnie dowody opublikowane przez S.J. Mojzsis et al. (*Nature* 384, 1996) wspierają tę koncepcję. Mikroskopijne okruchy węgla uwięzione w minerale apatycie przeanalizowano przy pomocy nowej mikrosondy jonowej. Mierzono stosunek izotopów węgla C^{13} do C^{12}, ponieważ procesy metaboliczne powodują zmniejszanie zawartości cięższego izotopu w materii organicznej. Stwierdzono zmniejszenie zawartości C^{13} w podobnym stopniu, jak w pozostałościach organizmów znalezio-

nych w Australii. (Takie same pomiary przeprowadzono w meteorytach ALH84001 i EETA 79001 i również stwierdzono zmniejszenie zawartości C^{13}.)

Badania zawartości izotopów w próbkach z wyspy Akilia w zachodniej Grenlandii wskazują na jeszcze starszy wiek, 3,85 miliarda lat. Chociaż nie jest to niepodważalny dowód istnienia tak dawno życia na Ziemi, to jednak badacze sądzą, że jest to najrozsądniejsza interpretacja uzyskanych wyników.

Jeśli przyjmiemy, że Ziemia powstała 4,55 miliarda lat temu, oznacza to, że zaledwie 700 – 75 milionów lat później istniały już warunki umożliwiające powstanie życia. Wynikałoby z tego, że albo faza intensywnego bombardowania Ziemi planetoidami była bardzo krótka, albo życie powstawało więcej niż raz, albo że nasi dalecy przodkowie byli naprawdę niepokonani.

Znaleziono oliwin w komecie Hale-Bopp

Kosmiczne Obserwatorium Astronomiczne w podczerwieni Europejskiej Agencji Kosmicznej wykryło w komecie Hale Bopp jedną z postaci oliwinu. Bogata w magnez odmiana zwana forsterytem została odkryta przez zespół euroamerykański kierowany przez Jacquesa Crovisiera. Ma to istotne znaczenie dla teorii procesu powstawania planet.

Oliwin występuje w znacznych ilościach zarówno w meteorytach jak i na Ziemi i naukowcy od dawna przypuszczali, że powinien być także w kometach. Ostatnie odkrycie wspiera teorię wspólnego pochodzenia planet, meteorytów i komet.

Nowe odkrycia NEAT

Dwa nowe ciała Układu Słonecznego – planetoida krążąca blisko Ziemi i odległa kometa, która tylko raz pojawiła się w pobliżu Słońca – to pierwsze tegoroczne odkrycia zespołu astronomów z Jet Propulsion Laboratory NASA.

Odkryć tych dokonali naukowcy z JPL: Eleanor Helin, Steve Pravdo, David Rabinowitz i Ken Lawrence korzystając z kilku nocy pięknej obserwacyjnej pogody i czułej kamery CCD nazywanej systemem śledzenia planetoid zbliżających się do Ziemi (NEAT), znajdującej się na Mt. Haleakala na wyspie Maui na Hawajach. Od momentu ich zaobserwowania oba obiekty stały się przedmiotem wielu obserwacji prowadzonych przez astronomów w Japonii, Chinach, Australii, Kanadzie, we Włoszech i w Czechach.

„Ta planetoida należy do rzadkiej grupy planetoid nazywanej rodziną Ateny, które przez większą część czasu poruszają się wewnątrz orbity Ziemi" – mówi pani Helin, główny obserwator projektu NEAT. „Ma ona większe nachylenie orbity do płaszczyzny orbity Ziemi niż większość członków rodziny Ateny. 31 stopni, to drugie największe nachylenie orbity ze wszystkich członków tej rodziny." Wysokie nachylenie orbity może być skutkiem wcześniejszych oddziaływań z planetami, albo wynikiem bliskiego przejścia obok naszej planety.

Planetoida oznaczona 1997 AC11 jest słabym obiektem 21 wielkości gwiazdowej i ma prawdopodobnie około 200 metrów średnicy. Jest to dopiero 24 planetoida z tej rodziny odkryta w ciągu 21 lat od kiedy Helin odkryła i nazwała pierwszą taką planetoidę w styczniu 1976 roku. Poruszając się po orbitach mniejszych od ziemskiej i mając krótsze okresy obiegu planetoidy z tej rodziny często pojawiają się w sąsiedztwie Ziemi. Z tego powodu mają większe szanse zderzenia się z naszą planetą niż inne typy planetoid.

„Planetoidy rodziny Ateny nigdy nie oddalają się znacznie od orbity Ziemi i mogą przecinać jej orbitę nawet cztery razy w roku." stwierdziła Helin. „1997 AC11 ma na przykład okres 8/10 roku czyli około 9,5 miesiąca. Obserwując ją w nadchodzących miesiącach będziemy mogli dokładniej określić jej orbitę. Mając dokładniejsze dane będziemy w stanie określić ewentualną możliwość zderzenia z Ziemią kiedyś w przyszłości."

Wraz z nowym przedstawicielem rodziny Ateny astronomowie odkryli nową kometę, bardzo daleką, ale poruszającą się ku Ziemi i Słońcu. Znajdowała się ona w gwiazdozbiorze Lwa. Otrzymała oznaczenie 1997 A1. Najbliżej Ziemi znalazła się 6 lutego mijając ją w odległości około 370 mln km, ale pozostanie widoczna jeszcze przez kilka miesięcy.

„Ta kometa przebyła długą drogę od obłoku Oorta, obszaru znajdującego się daleko poza orbitą Plutona, w którym, jak się przypuszcza, znajdują się biliony komet." twierdzi Helin. „Ma ona orbitę paraboliczną, co oznacza, że tylko raz zawitała w pobliże Słońca i prawdopodobnie nigdy nie pojawi się ponownie. Paraboliczne komety nie przysyłają wizytówek zapowiadających odwiedziny wewnątrz Układu Słonecznego. Pojawiają się one niespodziewanie."

Czarno-białe obrazy obu obiektów, o małej rozdzielczości, są dostępne w Internecie pod:

http://huey.jpl.nasa.gov/~spravdo/neat.html

Odkrycia bardzo słabych lub dalekich obiektów oraz tych przelatujących bardzo blisko następują coraz częściej dzięki zastosowaniu coraz doskonalszych teleskopów CCD. Na przykład kamera NEAT wykorzystuje bardzo duży i bardzo czuły CCD 4096 na 4096 pikseli. Kamera ta jest zainstalowana na 98 cm teleskopie na szczycie Mt. Haleakala należącym do lotnictwa USA. Wykorzystując ten potężny, w pełni automatyczny teleskop CCD astronomowie odkrywają znacznie więcej obiektów, niż było to możliwe w przeszłości. W styczniu zaobserwowano na przykład ponad 700 planetoid, w tym te z wewnętrznej części pasa mające orbity o dużym nachyleniu oraz trochę przecinających orbitę Marsa. Dokładne ich orbity zostaną wyznaczone po uzyskaniu większej liczby obserwacji. Liczba obiektów odkrytych od początku pracy NEAT czyli od końca 1995 roku przekroczyła już 9000, z czego ponad połowa to nowe obiekty, a ponad 800 z nich ma już wyznaczone orbity.

Diane Ainsworth/JPL

Z ostatniej chwili

Nowy meteoryt księżycowy znaleziono ostatnio na Saharze. Jest to anortozytowa brekcja regolitowa z gór księżycowych. Waży 531 g (zdjęcie na str. 16). Jest to drugi meteoryt z Księżyca znaleziony poza Antarktydą. Szczegóły w następnym numerze „Meteorite!", a więc i w „Meteorycie".

Streszczenia

(Streszczenia wybranych materiałów z tegorocznej konferencji The Meteoritical Society na Hawajach ukażą się w następnym numerze. Tu prezentowany jest komunikat otrzymany dzięki uprzejmości dr Mariana Stępniewskiego zanim ukazał się numer specjalny „Meteoritics & Planetary Science" z materiałami z konferencji.)

Petrografia i gazy szlachetne niezwykłych chondrytów L5: Baszkówka i Mt. Tazerzait

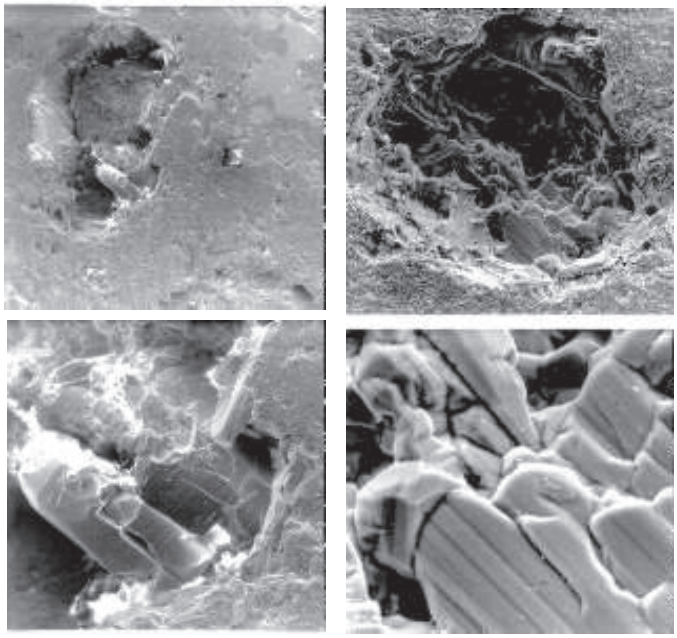
F. Wlotzka, P. Scherer, L. Schultz, J. Otto i M. Stępniewski.

Mt. Tazerzait spadł 21 sierpnia 1991 r. w Republice Nigru; Baszkówka 25 sierpnia 1994 r. w Polsce. Oba są chondrytami L5 o identycznej zawartości Fa/Fs. Oba też charakteryzują się rzadko spotykaną teksturą, to znaczy wysoką porowatością widoczną na przekrojach już gołym okiem. Przez skaningowy mikroskop elektronowy zaobserwowano, że pory zawierają euhedralne, zwykle krótkie i grube kryształki głównych składników meteorytu: oliwinu, piroksenu, troilitu i żelaza niklonośnego. Analiza płytek cienkich mikrosondą pokazała, że oliwiny i pirokseny w tych porach mają taki sam skład, jak w dowolnym innym miejscu próbek. W przeciwieństwie do innych porowatych meteorytów opisywanych wcześniej Mt. Tazerzait i Baszkówka nie mają śladów przeobrażeń szokowych. W Baszkówce pory są wyraźnie interstycjalne względem chondr i innych okruchów, czyli są pustymi miejscami w słabo ściśniętej skale okruchowej. Mt. Tazerzait jest bardziej zwarty, tak że pory są bardziej izolowane od siebie wzajemnie i czasem są zaokrąglone. Niemniej tekstury obu meteorytów są bardzo podobne i różnią się tylko stopniem ściśnięcia. Dzięki słabym oddziaływaniom szokowym pierwotny kształt porów nie został zniszczony. Widoczne w porach kryształy są głównymi minerałami meteorytu, które rosły w warunkach równowagi w wolną przestrzeń.

Dwa fragmenty każdego meteorytu zmierzono spektrometrem masowym do gazów szlachetnych „Alfred", aby wyznaczyć skład izotopowy i obfitość He, Ne, Ar oraz zawartość ^{84}Kr, ^{129}Xe i ^{132}Xe. Wyliczono wiek gromadzenia gazu i wiek ekspozycji na promieniowanie kosmiczne.

Oba meteoryty cechują się długim wiekiem ekspozycji na promieniowanie kosmiczne. Wynosi on 61ń9 milionów lat dla Mt. Tazerzait i 76ń10 milionów lat dla Baszkówki. Ten ostatni jest większy niż wiek ekspozycji każdego innego chondrytu L5, a nawet najdłuższy ze wszystkich chondrytów typu L. Oba meteoryty zachowały gazy promieniotwórcze, co dobrze zgadza się z ich niskim stopniem przeobrażeń szokowych. Przyjmując średnie wartości U (13 ppb) i K (800 ppm) dla chondrytów typu L wyliczono wiek gromadzenia gazu dla Baszkówki 4,0 mld lat (U-Th-He) i 4,3 mld lat (K-Ar). Dla Mt. Tazerzait uzyskano wartości przekraczające 4,6 mld lat z czego wynika wyższa niż przeciętnie zawartość U i K. Stosunek ^{22}Ne/^{21}Ne wynoszący dla Mt. Tazerzait 1.09 wskazuje, że ten meteoryt znajdował się głębiej pod powierzchnią macierzystego meteoroidu niż Baszkówka ze stosunkiem 1,19. Zawartości schwytanych ^{84}Kr i ^{132}Xe są bardzo podobne i zgodne z chemiczno-petrologicznym typem 4-5. Stosunki ^{129}Xe/^{132}Xe wynoszą 1,37 dla Baszkówki i 1,11 dla Mt. Tazerzait.

Oba meteoryty mają szereg wspólnych nietypowych cech dotyczących ich petrografii i zawartości gazów szlachetnych. Biorąc pod uwagę datę ich spadku można sądzić, że należą one do jednego roju meteoroidów, ale w przypadku roju trudno wyjaśnić długi wiek ekspozycji na promieniowanie kosmiczne. Jest jednak co najmniej bardzo prawdopodobne, że Baszkówka i Mt. Tazerzait zostały wyrzucone z tego samego miejsca ich ciała macierzystego.



Na zdjęciach obok obrazy z mikroskopu elektronowego ukazujące pory wypełnione kryształami piroksenu (z lewej) i plagioklazu (z prawej) w Mt. Tazerzait. Te i inne obrazy uzyskane przez prof. J. Otto można obejrzeć w Internecie na stronach Swiss Meteorite Laboratory.