

This is a detailed black and white map of the Pultusk region in Poland. The map shows the city of Pultusk in the lower-left corner, with the Vistula River flowing through it. Numerous other towns and villages are labeled, including Zakliczewo, Orayc, Ciepielwo, Smoczk, Szekow, Kaptur, Rzewmie, Churczony, Dabrowka, Bienduc, Pławica, Cyganu, Gródek, Sadykierz, Wielgolas, Bartodzieje, Peary, Toczna, Zambki, Zarbki, Zarbki Stary, Ciokowo, Obryte, Rozdzialy, Sokolowo, Balnowo, Przeradowo, Stachocin, Malo, Magnuszewo, Gnojno, Boby, Chumelwo, Przemirowo, Dzierzanowo, Głodka, Pomas, and Zakliczewo. The map also shows various rivers, including the Vistula and the Zarbka. A coordinate grid is visible, with latitude and longitude markings. A scale bar at the bottom indicates a distance of 10 miles from Warsaw.

Mapka miejsca spadku deszczu meteorytów pochodząca z broszury wydanej przez Szkołę Główną w Warszawie.

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 Drązkowski

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 1998 roku 12 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.

Subscribe to **Meteorite!**

Pallasite Press
P.O. Box 33-1218
Takapuna, Auckland
NEW ZEALAND

4 issues per year \$US27
(2nd class airmail)
VISA & MasterCard
accepted

www.meteor.co.nz

Od redaktora:

Dopiero teraz powracam do informacji sprzed pół roku, która wydała mi się tak nieprawdopodobna, że czekałem na dalsze potwierdzenia. Niestety informacja okazała się prawdą.

Pół roku temu, 23 czerwca, korespondent Reutera donosił: „Rio de Janeiro. Dwaj Amerykanie zostali aresztowani pod zarzutem kradzieży trzech fragmentów meteorytu z Muzeum Narodowego w Rio de Janeiro. Kustosz Muzeum, Maria Elizabeth Zucolotto, powiedziała, że policja aresztowała w piątek, na lotnisku w Rio de Janeiro, Fredericka Marcellego, lat 67 i Ronaldę Farrella, lat 43, po znalezieniu fragmentów meteorytu w bucie w ich bagażu. Udawali się oni do Sao Paulo, na samolot do Nowego Jorku.

„Ci panowie odwiedzili muzeum podając się za handlarzy meteorytów, ale wydali mi się podejrzani, ponieważ nie są znani w świecie nauki i nie mogłam znaleźć ich nazwisk na listach handlarzy.” powiedziała pani Zucolotto. „Po ich wyjściu obejrzałam meteoryty i zauważyłam kradzież. Zamienili oni meteoryty na inne, podobne do nich.” Rzecznik policji poinformował, że mężczyźni znajdują się w areszcie, a meteoryty wróciły do muzeum.”

Tyle Reuter. Nazwisko Farrell istotnie tylko niewiele coś mówi, ale jego firma „Bethany Sciences” jest powszechnie znana i uważana za jedną z lepszych. Dlatego wydawało się, że to jakieś nieporozumienie. Meteoryty, które próbowano ukraść, to Angra dos Reis, unikalny augitowy achondryt, oraz dwa fragmenty eukrytu Serra de Mage. Metoda zamiany prawdopodobnie nie raz była stosowana: w Muzeum Mineralogicznym we Wrocławiu wśród kilku fragmentów chondrytu L'Aigle jeden wygląda na Pułtusk. Kradzież okazała się niestety faktem, a jej prawdopodobne przyczyny wyjaśnia list pani Zucolotto do redakcji „Meteorite!”

„W 1991 roku Ron Farrell odwiedził Muzeum Narodowe podając się za profesora Uniwersytetu Yale i udało mu się dokonać oficjalnej wymiany fragmentu Angra dos Reis na próbki Zagami i Norton County. W owym czasie kustosz był już na emeryturze i musiano go wezwać specjalnie, aby zaakceptował wymianę. Przypuszczam więc, że pan Farrell sądził, że nadal nikt nie opiekuje się kolekcją i dlatego zdecydował się na to, co zrobił. Przypuszczał, że podmiana wyjdzie na jaw dopiero za parę lat, a ponieważ podał nam swe nazwisko, to jego nie będziemy podejrzewać. Ponieważ w 1991 roku przeprowadził legalną wymianę, to mogłby sprzedać ten meteoryt bez żadnych podejrzeń.”

Pani Zucolotto podkreśla, że jej samej jest bardzo przykro, ponieważ nie ma nic przeciw handlarzom meteorytów i prywatnym kolekcjonerom (wielu z nich jest jej dobrymi przyjaciółmi) i uważa, że wzajemna współpraca jest korzystna dla każdej ze stron. Ceny meteorytów i zyski niektórych handlarzy osiągnęły jednak tak wysoki poziom, że niektórych skłaniają do kradzieży. Jak twierdzą cynicy, uczciwość jest tylko kwestią ceny.

Ron Farrell został uznany winnym i skazany na dwa lata więzienia, oraz grzywnę 11000 dolarów USA. Środowisko meteoryciarzy potępiło jego czyn, przynajmniej werbalnie. Postępowanie pani Zucolotto w tej sprawie zostało natomiast ocenione bardzo wysoko. Relacjom między poszczególnymi grupami ludzi związanych z meteorytami poświęcony jest artykuł Michaela Blooda.

W tym numerze dominują artykuły dotyczące bardziej meteoryciarzy niż meteorytów. Kolekcjonowanie meteorytów jest okazją do nawiązywania kontaktów z różnymi, na ogół sympatycznymi i ciekawymi ludźmi. Wśród polskich kolekcjonerów też niejeden ma wiele ciekawego do powiedzenia. Zapraszam na łamy „Meteorytu”.

Na koniec jedna dobra nowina i jedna zła. Klub Kolekcjonerów Meteorytów podpisał wstępne porozumienie z firmą A & B minerals & machines dotyczące sprowadzania meteorytów dla polskich kolekcjonerów. Przedstawiciele firmy są na słynnych targach meteorytowych w Tucson i mają coś przywieźć. Zła nowina, to podwyżka prenumeraty „Meteorytu” do 12 zł. Mam nadzieję, że większości czytelników to nie zrazi.

Andrzej S. Pilski

130 lat temu

Andrzej S. Pilski

Sto trzydziestej rocznicy spadku największego deszczu meteorytów kamiennych nie wypada pominąć milczaniem, szczególnie w kwartalniku, który poświęcony jest materii spadającej z zewnątrz na naszą planetę. Gdy zastanawiałem się nad okolicznościową notatką, otrzymałem od dr Janusza Burcharda z Uniwersytetu Łódzkiego odbitki poświęconego meteorytom rozdziału z pierwszego tomu „Dziejów Ziemi” poświęconego geologii ogólnej, a wydane-go w 1906 roku. Znalazłem tam opis interesującego nas zdarzenia, który cytuję w całości zachowując wiernie ówczesną polszczyznę.

„Zamieścimy wreszcie opis zjawiska, jakie się wydarzyło 30 stycznia 1868 r. i widziane było na znacznym obszarze ziem polskich, w odległych od siebie miastach, jak Warszawa, Gdańsk, Poznań, Kraków, Kowno, Grodno; dostrzeżono je nawet w Pradze i Wiedniu z jednej strony, a w Dorpacie z drugiej. W Warszawie o godzinie 7 wieczorem ujrano meteor w gwiazdozbiorze Andromedy, jako gwiazdę nadzwyczaj świetną, która, powiększając się w biegu, pozostawiała za sobą smugę jasną, początkowo koloru zielonawo-niebieskiego, później krwisto-czerwonego. Całe zjawisko trwało około 7 sekund, meteor przemknął przez gwiazdozbiory Kasyopei, Cefeusza, Smoka i zgaśł w Wielkiej Niedźwiedzicy; pod koniec światło jego było tak mocne, że przewyższało blask księżyca pierwszej kwadry (świecącego wówczas — przyp. red.). Jednocześnie pod miastem Pułtuskim, odległym o 77 kilometrów na północo-wschód od Warszawy, wielka ilość meteorytów spadła na ziemię. Na zasadzie spostrzeżeń, zrobionych nad kierunkiem biegu kuli ognistej, w różnych miejscowościach można było z pewnem przybliżeniem obliczyć, że meteor zapalił się w odległości 24 mil nad powierzchnią ziemi, około linii wierzchołkowych miast Łowicza i Zgierza; biegł następnie po drodze nachylonej pod 45 stopni do poziomu Warszawy, w kierunku północo-wschodnim i zgaśł nad Gostkowem pod Pułtuskim, na wysokości 5 mil geograficznych nad powierzchnią ziemi. Całą tę drogę, wynoszącą 25 mil, meteor przebiegł w ciągu 6 – 7 sekund, prędkość więc względna meteoru w stosunku do ziemi wynosiła 3,7 mili geogr. na 1 sekundę. Lecz ponieważ kierunek biegu jego był zgodny z biegiem ziemi, więc, dodając do powyższej liczby prędkość ziemi, otrzymamy prędkość rzeczywistą meteorytu. Wynosi ona przeszło 7 mil na sekundę. Według zeznań mieszkańców okolicznych, blask meteoru stał się w końcu jego biegu tak mocny, że nie można było nań patrzeć. Po zgaśnięciu kuli ognistej utworzył się w tem miejscu nieba obłok kształtu gzygawkatego, który następnie został uniesiony przez wiatr; widziano również, jak z tego miejsca rozlatywały się liczne gwiazdy koloru czerwonego lub jasno-niebieskiego; wszystkie one gasły, zanim dobiegły horyzontu. W 20 sekund po zgaśnięciu meteoru dały się słyszeć gwałtowne detonacje, trwające dość długo, bo około pół minuty, pomiędzy którymi można było

odróżnić dwa silniejsze uderzenia, jakby wystrzały armatnie. Jednocześnie usłyszano świst lecących kamieni, plusk z jakim wpadały w wodę i łoskot, gdy uderzały o lód na rzece. Ogólna ilość spadłych kamieni nie mogła być dokładnie obliczona, jednak przewyższać musiała 3000; znaczna część ich zatonała na łakach, zalanych podówczas wodą. Jeden z nich ważył 7 kg, trzy następne po 4 kg, największy z pozostałych 2,4 kg. Najgęściej usiana kamieniami została przestrzeń pomiędzy Gostkowem a Sielcem, brzegi Narwi, okoliczne łąki i lód na rzece. Jak to widać na załączonej mapce, najmniejsze kamienie spadły w Obrzytem; ciężar każdego z nich przeciętnie wynosił 100 g, w Ciołkowie równał się około 200 g, w Gostkowie wahał się od 400 do 800 g, w Sielcu — od 1200 do 1600 g. Największe zaś kamienie spadły najdalej w kierunku północo-wschodnim, około Rzewni. Prędkość spadku kamieni na powierzchnię ziemi nie była wielką, żaden z nich nie zarył się głęboko w ziemię, nie przebijały nawet skorupy lodowej na rzece. Jeden z kamieni, ważący 4 kg, podniesiono mniej więcej w 10 minut po upadku, znaleziono go już całkiem zimnym. Opis powyższy, a również i rysunek, zacerpnęliśmy z broszurki wydanej przez Szkołę Główną w Warszawie, która delegowała specjalną komisję dla zasięgnięcia na miejscu szczegółów tego zjawiska i zebrania spadłych kamieni.”

Wspomniana broszurka nosiła tytuł „Notice sur la meteorite tombee le 30 Janvier 1868 aux environs de la ville Pułtusk, publiee par la Haute Ecole de Varsovie.” i napisano ją po francusku. Zamieszczona w broszurze mapka zdobi okładkę tego numeru.

Po 130 latach najbardziej wyczerpujący opis zjawiska i samego meteorytu wciąż znajduje się we wspomnianej broszurze. Później ograniczono się jedynie do sklasyfikowania meteorytu według współczesnych kryteriów i sporadycznych badań przy okazji ogólnych analiz chondrytów typu H. Badania terenowe przeprowadził ok. 60 lat po spadku prof. Jan Samsonowicz próbując określić obszar, na który spadły meteoryty i oszacować ich ilość. Pozostało jednak sporo pytań bez odpowiedzi. Zwróć uwagę jedynie na dwa zagadnienia.

W rosyjskim wydaniu katalogu swej kolekcji meteorytów Julian Siemaszko wymienia okaz o wadze 7850 gramów z następującym opisem: „Cały kamień, częściowo szlifowany z jednej strony. Odciski palców. Kształtem

przypomina postument pomnika Piotra I.” Nie podaje niestety, skąd ten okaz pochodzi. Na temat samego spadku można przeczytać: „Jeden z największych spadków pod względem liczby kamieni, które spadły we wsioch: Chrzczony, Dąbrówka, Mrozy, Rzewnie, Rozdziały, Zastrużny, Rowy, Ciołkowo, Obryte, Różan, Sielc Nowy, Sielc Stary, Gostkowo, Sokołowo, Zambski, Psary, na powierzchni prawie 50 kwadratowych wiorst między Pułtuskim a Ostrołęką. Zebrano ponad 3000 kamieni o wadze od 20 funtów do 1 złotnika.” Warto porównać ten opis z mapą. Różan znajduje się sporo poza prawym górnym rogiem mapy. Nie wiadomo, skąd Siemaszko czerpał informacje. Zagadkowe jest też, że największy w polskich zbiorach okaz Pułtusk, ważący 8100 gramów, trafił do Mu-

zeum Ziemi dopiero w 1956 roku i pochodzi z Gostkowa.

Druga kwestia, to budowa meteorytu. Już pobieżne oględziny wskazują, że skała, która rozpadła się nad okolicą Pułtusk, składała się z dwóch części: brekcji i sąsiadującej z nią części o jednorodnej budowie poprzecinanej ciemnymi żyłkami. Zauważyli to już autorzy cytowanej broszury. Od tego czasu nikt nie pokusił się o analizę tekstury i struktury skały, której spotkanie z Ziemią zakończyło się deszczem meteorytów Pułtusk. Próbek tej skały jest dużo nawet tylko w polskich zbiorach. Nie wiadomo jedynie, jak były one usytuowane względem siebie w macierzystej skale.

Czy przy kolejnej, bardziej okrągłej rocznicy spadku będziemy wiedzieli więcej?

Wystawa (wreszcie) otwarta!

Przygotowywana powoli, ale starannie, wystawa meteorytów ze zbioru Muzeum Ziemi PAN w Warszawie, doczekała się na koniec otwarcia. Nastąpiło to nie, jak planowano, w związku z 170 rocznicą spadku meteorytu Białystok, ale bliżej 130 rocznicy spadku meteorytu Pułtusk. Niemniej jedyny w Polsce fragment meteorytu Białystok został pokazany publicznie i każdy może się przekonać, jak mają się do niego rzekome okazy tego meteorytu sprzedawane na giełdach minerałów przez pana Szczepanika.

Meteorytowych rarytasów jest na wystawie mnóstwo. Nie będę ich wliczał, gdyż w większości są wymienione zarówno w moim katalogu meteorytów w zbiorach polskich, jak i w ładnie wydany katalog „Meteoryty i tektyty w zbiorach Muzeum Ziemi”. Z tego, co przybyło do zbiorów już po wydaniu ka-

talogu, warto wymienić okazałą piętkę Baszkówki i efektowną płytkę meteorytu żelaznego z krzemianami Miles (Australia) rzadko spotykanego typu IIE. Perłą wystawy jest oczywiście ogromna, jak na nasze warunki, płyta pallasytu Esquel. Czytelnicy, którzy mają „Field Guide...” Roberta A. Haaga, mogą zobaczyć tam na zdjęciu okaz Łowicza, który Haag dostał w zamian za ten pallasyt. Warto przyjść z „Field Guide...” na wystawę. Wśród licznych okazów łowickiego deszczu meteorytów leży druga połówka okazu, który Haag prezentuje w swym katalogu. Można porównać.

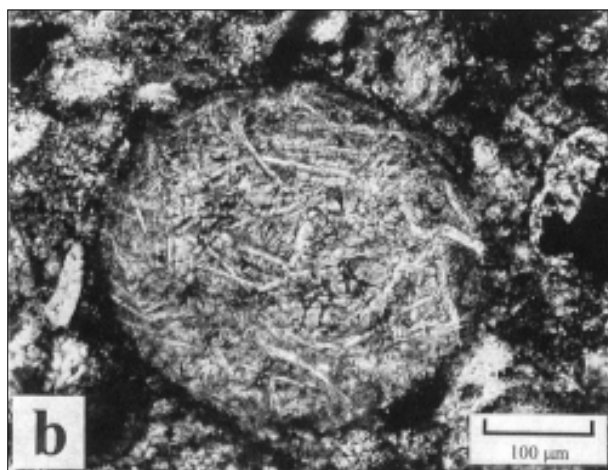
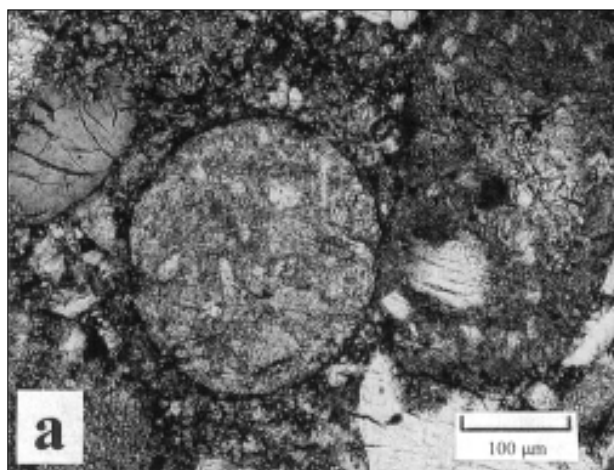
Autorką scenariusza wystawy jest dr Teresa Hanczke, a kształt plastyczny nadał Tadeusz Kobyłka. Pozostałe osoby, które przyczyniły się do efektownego wyglądu wystawy, wymienione są w towarzyszącej wystawie ulot-

ce. Wystawa jest czynna od poniedziałku do piątku od 9 do 16 i w niedziele od 10 do 16. Gorąco polecam.

Andrzej S. Pilski



(do artykułu na następnej stronie)



Zdjęcia mikroskopowe w świetle przechodzącym CLS w brekcjach przywiezionych przez Apollo 14.
(a) CLS o średnicy 250 μm

(b) CLS o średnicy 325 μm

Od redaktora: *Opóźnienie tego numeru, za które przepraszam, pozwoliło włączyć do niego omówienie artykułu, który ukazał się w pierwszym tegorocznym numerze „Meteoritics & Planetary Science”. Artykuł zwrócił moją uwagę dlatego, że oglądając niedoświadczonym okiem szlify petrograficzne meteorytu Baszkówka nie mogłem oprzeć się wrażeniu, że i chondry i liczne nieregularne okruchy krzemianowe tego meteorytu powstały razem w wyniku tego samego zdarzenia, a nie w wielu procesach przebiegających w różnym miejscu i czasie. Koncepcja, że przynajmniej część chondr powstawała w wyniku zderzeń planetoid, nie jest nowa, ale przez większość badaczy meteorytów uznawana była za błędną. Jednym z argumentów przeciw niej było to, że chondry nie występują licznie w próbkach z Księżyca, choć nieduże ilości okruchów przypominających chondry zauważano w nich już wcześniej. Tym razem znaleziono znaczne ilości krystalicznych kulek księżycowych, podobnych do chondr, w próbkach brekcji regolitowych przywiezionych przez Apollo 14. Przedstawiam fragmenty dyskusji dotyczącej wniosków płynących z tego odkrycia.*

Krystaliczne kulki księżycowe: ich tworzenie się i wnioski dotyczące pochodzenia chondr meteorytowych

Steven J.K. Symes, Derek W.G. Sears, D. Glen Akridge, Shaoxiong Huang i Paul H. Benoit

omówienie: Andrzej S. Pilski

Przebadano krystaliczne kulki księżycowe z trzech płytek cienkich brekcji regolitowych przywiezionych przez Apollo 14. Uznano, że są to kulki pozderzeniowe, które krystalizowały podczas swobodnego lotu, a ich tekstury wskazują na dość wolne tempo stygnięcia. Liczba kulek przypomina liczbę chondr w chondrycie Murchison. Skład chemiczny kulek nie jest podobny do składu regolitu ani z miejsca lądowania Apollo 14 ani z miejsc lądowań innych misji Apollo, natomiast przypomina skład niektórych meteorytów księżycowych. Miejsce lądowania Apollo 14 znajduje się na terenie zasypanym materią wyrzuconą podczas zderzenia, które utworzyło Morze Deszczów i autorzy uważają, że kulki powstały w wyniku tego zderzenia. Z obliczeń balistycznych wynika, że tylko podczas tak katastrofalnych zderzeń mogły na Księżycu powstać kulki, które dostatecznie długo leciały i dostatecznie wolno stygły. Mniejsze zderzenia wytwarzają tylko kulki szklawe i aglutynaty.

Badania wykazały znaczne podobieństwo tekstur niektórych CLS (crystalline lunar spherules czyli krystaliczne kulki księżycowe, ale skrót KKK źle się kojarzy) i chondr meteorytowych. Podobieństwa występują także w rozkładzie rozmiarów, kształtach, obecności drobnoziarnistych obwódek i występowaniu złożonych obiektów zlepionych z co najmniej dwóch kulek, gdy były one jeszcze w stanie plastycznym.

Popularne obecnie modele powstawania chondr w mgławicy słonecznej napotykają szereg trudności: (1) tempa stygnięcia chondr są o rząd wielkości wolniejsze, niż wynikałoby z warunków panujących w mgławicy; (2) lotność tlenu i sodu jest o kilka rzędów wielkości wyższa niż kosmiczna; (3) liczba chondr na jednostkę objętości jest bardzo wysoka; (4) chondry i ciasto skalne mają uzupełniający się skład chemiczny, co wskazuje, że powstawały razem i nie rozdzielały się łatwo; (5) brak kosmogenicznych śladów wskazuje, że chondry nie istniały osobno, nieosłonięte w przestrzeni kosmicznej. Autorzy są zdania, że warto dokładniej przebadać możliwość, że meteorytowe chondry są, podobnie jak CLS, pochodzenia zderzeniowego.

W dalszym ciągu dyskusji ustosunkowano się do następujących kwestii podnoszonych jako argumenty przeciw powstawaniu chondr w wyniku zderzeń.

Liczebność chondr i występowanie chondr złożonych. Ponieważ niektóre chondryty typu 3 składają się w 75% z chondr, uważa się, że mechanizm ich wytwarzania musiał

być bardzo wydajny. Wydajność tworzenia chondr w wyniku zderzenia zależy głównie od pola grawitacyjnego. Na takich ciałach jak Księżyc potrzebne są ogromne zderzenia, aby wytworzyć warunki do powolnego stygnięcia i tak długiego czasu lotu, że pozwoli to na krystalizację. Takie zderzenia są rzadkie i względna liczebność CLS, kulek szklawe i aglutynatów jest zgodna z rozkładem rozmiarów kraterów, tak że CLS występują rzadko. Na małych ciałach niewielkie ciążenie umożliwia długi czas lotu i powstanie izolującej chmury gazu i pyłu, zwłaszcza, gdy ciało ma porowatą powierzchnię i jest bogate w składniki lotne.

Jest możliwe, że w rzeczywistości chondry nie występują na planetoidach zbyt obficie, ponieważ meteoryty trafiają do naszych zbiorów w wyniku pewnej selekcji; mianowicie tylko te, które mogły zostać wyrzucone z planetoidy i przeżyć przejście przez atmosferę. Wiadomo, że częstotliwość występowania różnych typów planetoid jest zupełnie inna niż liczebność pochodzących z nich przypuszczalnie meteorytów, nawet jeśli weźmiemy pod uwagę wietrzenie kosmiczne i inne procesy, które zmieniają wygląd powierzchni. Spadające na Ziemię chondryty mogą pochodzić z kilku spoistych planetoid ułożonych dogodnie obok rezonansów orbitalnych, tych planetoidalnych „wyjść ewakuacyjnych”. Niektórzy uważają na przykład, że chondryty H pochodzą z jednej planetoidy: 6 Hebe.

Obserwowany brak złożonych chondr na Księżycu nie jest już dłużej prawdą, gdyż tylko w trzech badanych płytkach cienkich znaleziono ich wiele i stanowią one 8% CLS. Nie ma więc także pod tym względem różnicy między chondrami meteorytowymi a kulkami księżycowymi.

Względna liczba aglutynatów i kulek szklawe. Ponieważ wiadomo, że aglutynaty występują licznie w regolicie księżycowej, twierdzono, że gdyby chondry meteorytowe powstały w wyniku zderzeń, to w meteorytach byłoby więcej aglutynatów niż chondr. Aglutynaty zaobserwowano w dwóch meteorytach będących brekcjami bogatymi w gaz: chondrycie Fayetteville i howardycie Jodzie, tak że różnice w procesach zachodzących na powierzchniach Księżyca i ciał macierzystych meteorytów polegają na ilości a nie rodzaju. Tworzenie regolitu, ewolucja i dynamika na małych ciałach i Księżycu muszą znacznie się różnić i nie należy oczekiwać aglutynatów w skałach powstałych na małych ciałach z następujących powodów:

(1) Powstawanie aglutynatów księżycowych w dużych ilościach wymaga, aby materia, z której się tworzą, znajdowała się w kilkucentymetrowej powierzchniowej warstwie regolitu przez dłuższy czas, natomiast na planetoidach tempo zasypywania jest większe niż odkopywania, częściowo z powodu niższego stosunku małych do dużych zderzeń, niż występujący w odległości 1 j.a. od Słońca.

(2) Ponieważ silne pole grawitacyjne Księżyca pozwala nawet małym pociskom na topienie uderzanej skały, to księżycowe aglutynaty są przeważnie tworzone przez lokalne spadki mikrometeoroidów w małej skali. Natomiast na planetoidach można spodziewać się, że tylko największe zderzenia spowodują znaczące topnienie.

(3) Wynikiem zderzeń planetoid o dostatecznej energii kinetycznej, aby stopić materię, są krystaliczne kulki a nie aglutynaty, ponieważ przy słabym polu grawitacyjnym dłuższy jest czas lotu i przed lądowaniem następuje zestalenie.

(4) Niewielka liczba aglutynatów w meteoroidach może być także wynikiem kruchości aglutynatów. Chondryty mają porowatości mniejsze niż 20%, z czego wynika, że aglutynaty mogą zostać zniszczone w procesie lityfikacji. Większość brekcji z Apolla 15 i 16 o porowatości mniejszej niż 25% zawiera mniej niż 1% aglutynatów, a wiele meteoroidów księżycowych, które muszą być spoiste, skoro przetrwały wyrzucenie z Księżyca i przelot przez ziemską atmosferę, jest brekcjami regolitowymi w zasadzie pozbawionymi aglutynatów.

Tempo druzgotania wskutek zderzeń a topnienie. Ponieważ proces druzgotania na Księżycu jest bardzo wydajny, a zakładane topnienie zderzeniowe jest mało wydajne, to twierdzono, że gdyby chondry tworzyły się w wyniku zderzeń, to chondryty powinny składać się w większości z niestopionych okruchów. Wysokie tempo zasypywania na planetoidach i brak dużej liczby energetycznych mikrometeoroidów w porównaniu z Księżycem oznacza, że należy oczekiwać mniej wydajnego druzgotania na powierzchniach planetoid niż na Księżycu. Bogate w gaz regolitowe brekcje meteoroidowe, których „ciemne ciasto skalne” jest drobno pokruszoną materią, często zawierają dobrze zachowane chondry. Szczególnie dobrym przykładem jest Ngawi.

Wskutek mniejszego ciśnienia na planetoidach powinny podczas zderzeń powstawać mniejsze ilości stopionych skał niż przy zderzeniach z większymi ciałami, ale silnie porowaty regolit występujący na Księżycu i planetoidach znacznie zwiększy wytwarzanie stopu. Niższe ciśnienie na planetoidach zapewnia także, że większa część stopu opuszcza krater.

Dołki po zderzeniach z dużą prędkością. Mikrokratery po uderzeniach mikrometeoroidów z bardzo dużymi prędkościami obserwowano na powierzchniach wielu cząstek regolitu księżycowego, ale żadnego nie znaleziono na chondrach. Jest to także odzwierciedleniem różnic w dynamice regolitu między dużymi i małymi ciałami. Powstanie takich kraterów wymaga długotrwałego ekspozowania powierzchni i silnego strumienia mikrometeoroidów pędzących z dużymi prędkościami. Takich warunków nie należy oczekiwać na planetoidach ze względu na wysokie tempo zasypywania i słaby strumień wspomnianych wyżej mikrometeoroidów. Tak więc nie należy oczekiwać dołków poudzerzeniowych na chondrach.

Wiek. Jeśli chondry powstały w wyniku zderzeń, to nie które powinny być młodsze, niż 4,4 miliarda lat. Jeśli zderzenia były związane z wydarzeniem sprzed 3,9 miliarda lat, które wystąpiło na Księżycu i ciele macierzystym meteoroidów bazaltowych, to chondry powinny mieć 3,9 miliarda lat. Są obecnie poważne dowody, że chondry tworzyły się później niż ich

ciała macierzyste, ale nie ma dowodu, że ciała macierzyste chondrytów doświadczyły kataklizmu 3,9 miliarda lat temu.

Ogniotrwałe inkluzje wapniowo-glinowe (CAI) w chondrytach CV i innych, są prawdopodobnie pierwszymi cząstkami stałymi jakie utworzyły się w Układzie Słonecznym, po czym nastąpiło kilka typów meteoroidów magmowych. Chondry utworzyły się kilka milionów lat po CAI. Brak ^{26}Al wskazuje na utworzenie się ich 1,6 do 6,3 miliona lat po utworzeniu się CAI, natomiast systematyka Mn-Cr wskazuje, że między utworzeniem się chondr, a powstaniem kilku różnych typów meteoroidów upłynęło 6 milionów lat. W rzeczywistości, w przypadku meteoroidu Chainpur tworzenie chondr mogło trwać nawet 50 milionów lat.

Prędkości zderzeń. Odkrycie, że chondry są kilkanaście milionów lat młodsze niż pierwsze stałe ziarna utworzone w początkach Układu Słonecznego usuwa inny problem z tworzeniem się chondr w wyniku zderzeń, który polegał na tym, że zakładano, iż prędkości zderzeń planetoid były zbyt małe, aby materia mogła się stopić. Jednak w ciągu kilkuset tysięcy lat istnienia Układu Słonecznego utworzył się Jowisz i poprzez oddziaływanie grawitacyjne na materię w pasie planetoid spowodował, że ich względne prędkości osiągnęły 5 km/s, co wystarcza do stopienia przy zderzeniu znacznej ilości materii.

W kolekcjach meteoroidów brak skał, z których powstały chondry? Zderzenie wymaga istnienia skały, w którą uderza drugie ciało. Zakładając, że ciała macierzyste zlepiły się z drobnoziarnistego pyłu mgławicy, i że ta materia mogła czasem przetrwać tworzenie się chondr, moglibyśmy oczekiwać, że znajdzie się ona w naszych zbiorach meteoroidów. Jedną z propozycji było, że ta pierwotna materia, z której powstały chondryty zwyczajne, mogła być podobna do chondrytów CI, których kilka jest w kolekcjach. Jednak meteoroidy spadające na Ziemię nie są reprezentatywne dla pasa planetoid, po części dlatego, że niewiele kruchych kul pyłu czy błota (takiego jak „drobnoziarnisty pył mgławicy”) zdołałoby przetrwać przelot przez ziemską atmosferę.

Obwódki chondr. Wiele chondr w chondrytach zwyczajnych posiada obwódki i każda teoria powstawania chondr musi to brać pod uwagę. Uważano, że jedyną możliwością powstania obwódek, jaką proponuje model zderzeniowy, jest obtaczanie chondr w pyłe regolitowy, a ponieważ pojedyncze ziarna minerałów, okruchy skał i kulki szklia z Księżyca obwódek nie mają, to uważano, że ten proces jest nierealny. W rzeczywistości CLS mają obwódki, chociaż znacznie cieńsze, niż te na chondrach meteoroidowych. Proponowano ostatnio, że obwódki chondr meteoroidowych powstawały, gdy lotne składniki, być może uwolnione z chondr podczas ogrzewania, skondensowały na ich powierzchniach, gdy te stygły podczas lotu. W takim przypadku znacznie cieńsze obwódki księżycowych CLS byłyby zgodne z faktem, że materia na powierzchni Księżyca jest uboga w składniki lotne.

Skład chemiczny chondr. Aby wytłumaczyć, w przypadku zderzeniowego powstawania chondr, ich dużą różnorodność składu chemicznego, ciała macierzyste chondrytów musiałyby być bardzo niejednorodne pod względem składu, tak że liczne zderzenia mogłyby topić fragmenty o bardzo różnym składzie. Jest to tak samo możliwe jak niemożliwe, ale ważniejsze, że autorzy uważają za bardzo prawdopodobne, iż różnorodność chondr została wytworzona podczas samego procesu ich powstawania, ponieważ niektóre chondry doświadczyły redukcji FeO i utraty części pierwiastków w wyniku odparowania, a inne nie.

Bliskie spotkanie z Panem i Panią Z.

Kevin Kichinka

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 4. Copyright © 1997 Pallasite Press)

Batony Mars, księżycowe ciastka i słoneczne chipsy służyły za przekąskę. Przy wejściu serwowano fragmenty trzech meteorytów SNC (marsjańskich), na widok których ślinka ciekła, „poczerniałego” CO₃, grubą płytę brekcyjowego LL5-6 i nowy meteoryt księżycowy Dar al Gani „pod szkłem”. Była sobota, 2 sierpnia i znajdowałem się w motelu Mariotta w Orlando, gdzie Walter i Niki Zeitschel zajęli jedną z sal dla grupy kolekcjonerów meteorytów wystawiając na sprzedaż najnowsze meteoryty z Sahary.

Zeitschelowie z Hanau w Niemczech jeżdżą regularnie do Orlando na wakacje z wnuczką i zabierają ją do Disneylandu. Jeszcze kilka lat temu Zeitschelowie posiadali największą prywatną kolekcję meteorytów na świecie (zob. „Meteoryt” 3/95), którą teraz powoli likwidują. Kosmicznym zbiegiem okoliczności David Weir, jeden z czołowych autorytetów meteorytowych na Florydzie, pracuje dla Disneya. Voila! Zeitschelowie otrzymali status VIP-ów odwiedzając Myszkę Miki, a kilku mieszkańców Florydy zyskało szansę nabycia fragmentów najnowszej i najrzadszej materii, jaka spadła z nieba.

Weir był tak uprzejmy, że zaprosił mnie na to spotkanie po tym jak poznaliśmy się przed rokiem poprzez Russa Kemptona z New England Meteoritical Services i zostaliśmy e-mailowymi przyjaciółmi.

Weir ma dwa miejsca w internecie. Pierwsze „Meteorite Studies” znajdujące się pod (www.geocities.com/~dweir), to zbiór wysokiej jakości zdjęć rzadkich i nie tak rzadkich meteorytów (zobaczcie zdjęcie Angra dos Reis, Farrellofile). Drugie „A Price Guide of Meteorites” pod (www.geocities.com/capcanaveral/6717) zawie-

ra aktualny przedział cen żądanych i płaconych za każdy typ meteorytu.

Ulewny letni deszcz monsunowy tego popołudnia nie powstrzymał Grega Shanosa (współpracownika „Meteorite!”), Raymonda Dobosa, nauczyciela szkoły średniej i eksperta od tektytów oraz Dana Fronefielda przed przybyciem na to spotkanie tylko dla zaproszonych gości. Panna Marley Kichinka, moja dwunastoletnia bratanica z Cleveland w stanie Ohio, która chce zostać astronautą, specjalnie przyjechała, by zobaczyć tę wystawę okazów z Kosmosu i poznać związanych z nimi ludzi.

Gdy Walter pomagał ustawić stół ekspozycyjny, Niki wyciągnęła Dar al Gani (DAG) 262, pierwszy księżycowy meteoryt znaleziony na Saharze. „Teraz jest to najcenniejszy okaz w naszej kolekcji”, powiedziała. Znajdował się on w półkulistym pudełku powiększającym pozwalającym na „trójwymiarowe” oglądanie go na tle niebieskiego aksamitu. Fragment ten ważył tylko 0,4 grama (cały okaz ważył 513 gramów), ale była to zdecydowanie materia ciężkiej wagi. Dominującą cechą tego achondrytu był duży okruch o jasnej barwie widoczny na tle drobnoziarnistego ciasta skalnego o brązowym zabarwieniu. Okaz umieszczono pod jednym z rosyjskich mikroskopów Mike’a Blooda, aby umożliwić dokładne obejrzenie jego krystalicznej budowy. Ktoś zauważył, że nie różni się on zbyt od polerowanej powierzchni meteorytu kamiennego.

Zeitschelowie pokazywali ten okaz tydzień temu na konferencji Towarzystwa Meteorologicznego na wyspie Maui, na Hawajach. „Wygląda na to, że ponieważ Uniwersytet w Münster przygotował już publika-

cję na temat tego meteorytu, to nie ma zainteresowania dalszymi jego badaniami”, powiedziała Niki z pewnym rozczerwianiem. Zeitschelowie oferują ten okaz na sprzedaż za cenę nieco niższą niż 200000 dolarów za gram, o której wielu z nas słyszało. „Możemy go sprzedać za 50000 dolarów. Nie chcemy tyle, ile znalazca”, powiedziała Niki.

Tłoczyliśmy się wokół stołu, by zobaczyć resztę oferty Zeitschela. Uwagę przyciągały głównie trzy okazy CO₃, wszystkie pokryte smoliscie czarną skorupą. Widziano Grega Shanosa, jak przytulał do policzka 134-gramowy okaz (DAG 173) niosąc go przez salę, aby pokazać żonie. Niestety przy cenie 35 dolarów za gram nikogo z nas nie było stać na zaspokojenie naszych pragnień.

Spytałem Shanosa z Longboat Key koło Sarasoty, jak zaczęło się jego hobby. „Byłem miłośnikiem astronomii, gdy po raz pierwszy zauważyłem ogłoszenie Boba Haaga. Kupić meteoryt? Nie mogłem uwierzyć, że to możliwe. Zadzwoiłem do niego i kupiłem Canyon Diablo, płytkę Odessy i okaz Henbury za 60 dolarów w sumie. Było to w roku 1985. Postanowiłem więc zbierać meteoryty żelazne. Potem zacząłem uświadamiać sobie, jak wielkie znaczenie ma skład chemiczny meteorytów i zacząłem zbierać meteoryty kamienne — wszystkie typu H, L i LL — wciąż poszukuję okazu LL4. Meteoryty kamienne mają dużo do powiedzenia o formowaniu się Układu Słonecznego. Potem zabrałem się za tektyty. Meteoryty to „steaki”, a tektyty to „ziemniaki”. Potem zająłem się impaktytami, ponieważ one pokazują, co meteoryty robią Ziemi, jak ją przeobrażają. A teraz są płytki cienkie...”

David Weir zawołał mnie, aby pokazać kilka okazów, które przyniósł, ponieważ wiedział, że mnie interesują. Miał ważący 0,8 grama świeżo wyglądający fragment Chassigny i 1,9-gramowy kawałek Nakhla. Po dodaniu mojego 3,1-gramowego fragmentu z wnętrza Zagami mieliśmy znakomitą okazję do zrobienia zdjęcia. Potem pokazał piękną 1,1-gramową piątkę Renazzo, chondrytu węglistego CR2 z wyraźnymi „opancerzonymi” chondrami. „Zacząłem kolekcjonować meteoryty w 1983 roku, gdy kupiłem mój pierwszy okaz — Allende — od Boba Haaga po zauważeniu jego ogłoszenia. Zaciekały mnie bardzo te CAI — inkluzje wapniowo-glinowe, starsze niż Układ Słoneczny. Trudno mi wyobrazić sobie, że mam coś takiego, jak to.” Weir pokazał profesjonalnie zrobiony album zdjęć okazów jego kolekcji meteorytów. Wiele z nich można zobaczyć na jego stronie „Meteorite Studies”. Na okładce Weir umieścił panoramę Marsa z Sojournera, którą wziął z internetu, i okulary do oglądania jej w trzech wymiarach.

Walter Zeitschel traktował Marley Kichinka jak dziadek wnuczkę. „Czy masz zamiar coś kupić?” „Chcę kawałek szklawa Pustyni Libijskiej”, powiedziała. Marley, z pewnością jedna z najmłodszych kolekcjonerek świata, wykorzystała swoje kieszonkowe na kupno ważącego 23 g, przezroczystego okazu o bursztynowej barwie i kształcie ostrza włócznie. Obecni zastanawiali się nawet, czy ten okaz nie mógł być obrobiony przez pustynnych nomadów tysiące lat temu i rzeczywiście służyć za ostrze włócznie. Dlatego kolekcjonuje ona meteoryty (a teraz tektyty) zamiast, powiedzmy, lalek? „Meteoryty są czymś, co możesz mieć z Kosmosu. Każdy jest wyjątkowy, nie każdy je zbiera.”

Dan Fronefield z St. Cloud i Ray Dobos z Dunnellon wybrali okazy dla siebie i dyskutowali o kolumbijskich tektytach, specjalności Dobosa. „Te tektyty mają długi obszar rozrzutu czterysta mil na północny wschód od Bogoty (Kolumbia).” mówił Dobos. „Są one lawendowe lub szare i przezroczyste. Nie przybywa ich jed-



Od lewej do prawej: Marley Kichinka, Walter Zeitschel, Raymond Dobos, Greg Shanos i jego żona Denise, David Weir, Dan Fronefield i jego żona Val. Siedzi Niki Zeitschel.

nak więcej z tego obszaru z powodu karteli narkotykowych i działalności partyzantki, więc teraz bardziej interesuję się bediazytami i georgiitami. Ron Farrell miał pewne źródło georgiitów od kilku farmerów z Georgii, ale teraz nie wiem...”

Wróciwszy do stołu chciałem zobaczyć, co zostało. Spore podniecenie wywołał nowy winonait z Sahary, który przywieźli Zeitschelowie. Według Weira „Winonaity są niezwykle rzadkimi achondrytami i pochodzą od unikalnego chondrytowego poprzednika, który doznał częściowego topnienia, mieszania i metamorfizmu powodującego rekrytalizację i redukcję, a w końcu brekcjacji. Reliktowe chondryt znaleziono tylko w Pontlyfni, który jest jedynym „spadkiem”; wszystkie pozostałe są zwietrzałymi „znaleziskami”. Kilka nowych znalezisk na Antarktydzie zwiększyło ich liczbę do dziesięciu. Do winonaitów należą: nowy saharyjski, Winona, Tierra Blanca, Mount Morris i Pontlyfni. Skład mineralny jest pośredni między typami E i H, a proporcje izotopów tlenu także są nietypowe. Niektórzy jednak porównują je z krzemianowymi inkluzjami w meteorytach żelaznych IAB uważając je za materię z płaszcza, która wchodziła się po rozbiciu w wyniku zderzenia i ponownego zlepiania się ciała macierzystego wchodząc w skład meteorytów żelaznych, gdy krzemiany, które nie zmieszały się z żelazem,

spadły w końcu na Ziemię jako winonaity. Akceptuję obecnie tę teorię, ponieważ lepiej wyjaśnia ona własności mineralogiczne.” Para winonaitów została sprzedana.

Anomalny chondryt HH 180 z Libii pozostał do wzięcia. Były dwa okazy ważące 9,2 g i 29,9 g. Według Weira „Na wykresie izotopów tlenu znajdują się one w dużej luce między chondrytami zwyczajnymi i węglistymi. Przed nimi było tam puste miejsce na wykresie. Jeśli na ich skład nie miało wpływu wietrzenie na Ziemi, to ten meteoryt jest przedstawicielem nowego typu nierównowagowej materii chondrytowej.”

Deszcz przestał padać, a dla Zeitschelów była to pora spotkania z ich wnuczką, tak więc spotkanie zakończyło się.

Po tym zgromadzeniu było dla mnie oczywiste, że entuzjaści meteorytów są odmiennym typem ludzi. Pasjonuje ich fakt bycia wtajemniczonymi w ciągły strumień nowych odkryć naukowych. Spoglądają głębiej w ukryte piękno obiektów niedostrzegalne dla przypadkowego obserwatora. Jak cierpliwi detektywi poszukują prawdy o jednej małej chondrze i znalazłszy przyjmują ją z radością.

Była pora na obiad, ale ja już byłem na uczcie.

Kevin Kichinka mieszka w Fort Myers na Florydzie i można się z nim kontaktować przez marsrox@aol.com

Marlin Cilz i jego Montana Meteorite Lab

Martin G. Horejsi

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 4. Copyright © 1997 Pallasite Press)

„Mieszkam w samym środku nigdzie.” powiedział kiedyś Marlin Cilz, właściciel Montana Meteorite Lab. „Gdybym nie miał faksu, to jako handlarz meteorytów nie miałbym żadnych szans”.

Marlin mieszka w małym miasteczku Malta, położonym w północno-wschodnim rogu stanu Montana tuż przy kanadyjskiej granicy. Jak małe jest to miasteczko? Chociaż liczy ono 1500 stałych mieszkańców, zajmujących się głównie uprawą ziemi, to trzeba wziąć pod uwagę położenie Malty. W porównaniu ze Szwajcarią stan Montana ma dziewięciokrotnie większą powierzchnię, ale dziewięciokrotnie mniej ludności. W tym rzadko zaludnionym stanie Malta znajduje się setki kilometrów od najbliższego portu lotniczego średniej wielkości. Wydawać by się mogło, że jest to zupełnie nieprawdopodobne miejsce dla jednej z największych kolekcji meteorytów na świecie, ale jak twierdzi Marlin Cilz, jeszcze kilka lat temu tak właśnie było.

Na swe szesnaste urodziny Marlin, mający dziś 40 lat, kupił dwa okaz od Dawida New. Te meteoryty: ważący 365 g całkowity okaz Canyon Diablo i 27 g płytka Murchison były pierwszymi okazami w kolekcji, która później zawierała meteoryty z ponad 360 miejscowości. Chociaż wielu kolekcjonerów na świecie ma więcej okazów, zbiór Cilza był wyjątkowy zarówno pod względem wielkości jak i jakości okazów.

„Miałem niektóre z najrzadszych meteorytów świata” — mówi Marlin z dumą — „w tym ponad 60 achondrytów i chondrytów węglistych. Większość z nich ważyła ponad 100 gramów, a wiele powyżej kilograma!”

Gdzie są one teraz? „Sprzedałem je wszystkie” — zaśmiał się cicho Marlin. Jakiś czas temu Kolekcja Meteorytów Cilza została sprzedana. Obecnie w kolekcji jest tylko 20 okazów.

Marlin niezbyt troszczy się o ponowne odbudowywanie kolekcji. „Dziesięć lat temu kupiłem przepiękny, orientowany okaz Pasamonte, ważący 102 gramy, za 2000 dolarów. Moja żona, Debbie, pomyślała, że zwariowałem i powiedziała mi o tym. Po pięciu latach sprzedałem jednak ten meteoryt za znacznie więcej.”

Teraz Debbie wypatruje nowych okazów. To właśnie ona pomogła nabyć meteoryt Peekskill, który spadł na samochód w 1992 roku. Debbie usłyszała przez radio o spadku meteorytu. Potrafiła zdobyć numer telefonu, dzięki czemu Marlin mógł skontaktować się z właścicielem meteorytu.

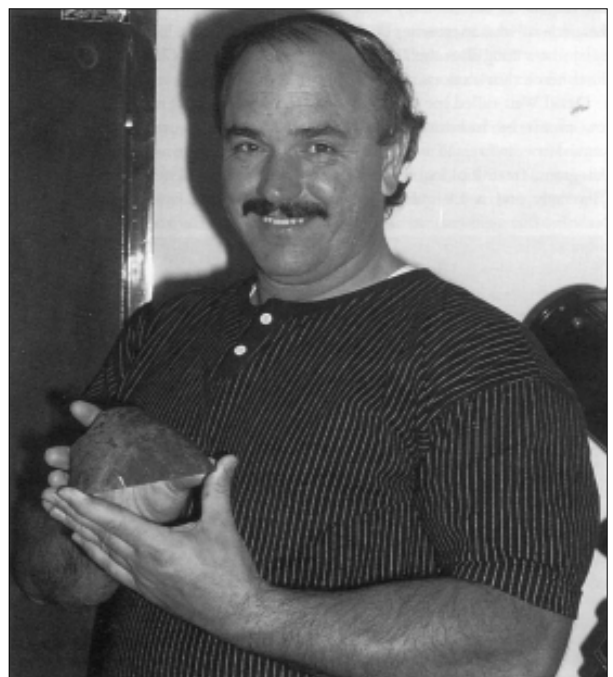
„Od razu zaproponowałem bardzo wysoką cenę” powiedział Marlin o swym pierwszym kontakcie z właścicielem meteorytu. Potem Marlin dogadał się z dwoma innymi kolekcjonerami i „zaproponowali niezwykle wysoką cenę!” Marlin przyznał się, że jedyną konkurencyjną pod względem wysokości ofertę złożył dom aukcyjny Sotheby. „Dostaliśmy meteoryt, ale nie mogliśmy kupić samochodu, ponieważ nie mieliśmy już ani centa.”

Mówiąc o Peekskill Marlin stwierdził „Był to najbrzydszy meteoryt, jaki kiedykolwiek kupiłem! Żadnych regmagliptów i w ogóle niczego — zwyczajny, brzydki kamień z licznymi spękaniem.” Zdjęcie na stronie 86 książki Richarda Nortona „Rocks from Space” przedstawia zachwyco-

ną trójkę, która stała się właścicielami meteorytu. Marlin trzyma na zdjęciu Peekskill. Powiedział on, że widoczny na zdjęciu odłupany kawałek meteorytu, to miejsce, gdzie miejscowy policjant „walnął pistoletem” zaraz po znalezieniu.

Jeśli chodzi o znajdowanie nowych meteorytów, to Marlin ma szczęście, o jakim większość z nas może tylko pomarzyć. Gdy rozpoczął on poszukiwanie meteorytów na równinach Montany oraz Dakoty Północnej i Południowej, to „pierwsza przysłana do mnie próbka okazała się meteoritem! Piąta i dwunasta próbka także były meteorytami!”

Lista meteorytów, które Marlin zdobył w wyniku poszukiwań w terenie lub zakupów, jest imponująca. „Pierwszy był meteoryt żelazny Williston z Dakoty Północnej, potem Roundup, meteoryt żelazny z Montany, Wolsey, meteoryt żelazny z Dakoty Południowej i Flandrau, chondryt H5 z Dakoty



Marlin trzymający kilogramową piątkę Peekskill, którą zatrzymał dla swego zbioru.

Południowej. Dostałem także meteoryty żelazne Tres Castillos, Maltahohe i Guadalupe y Calvo, a w tym roku meteoryt żelazny Page City z Kansas.” Marlin śmieje się. „Z jakiegoś głupiego powodu przyciągam meteoryty żelazne. Zupełnie odwrotnie niż Huss. Myślę, że znalazł nie więcej niż pięć meteorytów żelaznych.”

W 1991 roku Marlin razem z Jimem Schwade z Kankakee w stanie Illinois kupił dużą piłę do kamieni. Musiał wtedy nauczyć się, jak ciąć nią meteoryty. „Meteoryty turlały się w niej jak szalony!” wspomina Marlin. „Dziś przecinam okazy dla wielu handlarzy, znanych muzeów i uniwersytetów.”

Marlin mówi, że największym meteorytem, jaki dotąd przecinał, był ważyący 150 kilogramów meteoryt żelazny Tres Castillos. „Był także najtrudniejszym, nie tylko z powodu wielkości, ale ponieważ zawierał duże struktury cohenitu. Musiałem także przeciąć ponad tonę Gibeonów.”

Cięcie meteorytów jest kosztowne. Jeden brzeszczot piły może kosztować 130 dolarów i zużyć się po przecięciu jednego trzykilogramowego meteorytu żelaznego. „Zwykle mogę odciąć trzy płytki 25 x 25 cm, ale czasem ostrze zostaje zniszczone już po jednym cięciu. Kiedyś mały meteoryt żelazny pięć na pięć centymetrów wytracił brzeszczot z prowadnic i połamał wszystkie jego zęby! Brzeszczot utkwił w meteorycie i potrzebowałem dwudziestu minut, aby doprowadzić wszystko do porządku.”

„Meteoryty kamienne, to drobiazg”, powiedział Martin mając na myśli powodowane przez nie zużycie brzeszczotów. „Na ogół najtrudniejsze do cięcia są oktaedryty gruboziarniste. Takie jak Canyon Diablo (i Morasko — przyp. red.) są bardzo twarde. Nie tylko z powodu diamentów, ale z powodu ilości twardych minerałów jak cohenit. Piła piszczy, gdy tniesz twardą materię.”

Marlin pierwszy wymyślił specjalne metody cięcia, które pozwalają mu rozciąć płytki na cieńsze nie niszcząc okazji. „Jeśli mi zapłacisz, mogę to zrobić”, mówi. „Kiedyś przecinałem kawałek Brenham w kształcie dysku na dwie płytki. Jednak najtrudniejsze cięcie, jakie dotąd robiłem, to podzielenie płyty meteorytu Cook o wymiarach 45 x 45 cm, mającej tylko 10 mm grubości. Po rozcięciu miałem dwie duże płyty o grubości tylko czterech milimetrów!”

Jak on to robi? „Nie powiem”, odpowiada, „poza tym, że kosztuje to dużo pracy. Gdy robię takie cięcia jak to, to jest to podróż w nieznane. Nie gwarantuję, jaki będzie wynik, ale jeszcze nic nie zepsułem.” Marlin oferuje tę radę każdemu, kto zechce przecinać okazy: „Aby dobrze ciąć, trzeba lubić to, co robisz i lubić to, co tniesz.”

Pracownia do cięcia i obróbki meteorytów, którą Marlin zbudował na garażu, jest znakomicie wyposażona. Jest w niej piła, różne szlifierki, stoły do suszenia, stoły warsztatowe, narzędzia mechaniczne i kamera wideo



Ważący 300 g fragment tego, co kiedyś było kawałkiem Ensisheim ważącym ponad 500 g. Był to ulubiony okaz Marlina, ale tak jak reszta jego kolekcji, także został sprzedany.

umieszczona w rogu i obserwująca piłę. Marlin wykorzystuje system telewizji wewnętrznej, aby móc obserwować przebieg cięcia siedząc wygodnie w pokoju. „Przecinanie dużych meteorytów wymaga wielu godzin. Mogę oglądać telewizję i co pewien czas przełączać odbiornik na piłę i z powrotem na program.”

Ze względu na położenie geograficzne Malty pogoda może być bardzo różna. Marlin dodaje „Cieszę się, że nie muszę chodzić tam i z powrotem między budynkami, szczególnie gdy na zewnątrz jest 50 stopni poniżej zera!”

Chociaż Marlin uważa się za handlarza meteorytów i mówi „Nie znam nikogo, kto sprzedaje meteoryty taniej ode mnie”, to unika on sprzedawania okazów, które kosztują mniej niż 500 dolarów. „Robię tak dlatego, że nie mam dość czasu by być zawodowym handlarzem. Szkoda, że nie mogę służyć każdemu, ale codziennie pracuję po 10 godzin przejeżdżając 250 mil dla United Parcel Service. Teraz mogę ciąć meteoryty tylko w weekendy.”

Marlin nie ma zapasów meteorytów i mówi „przeważnie sprzedaję nowe meteoryty, które kupuję bezpośrednio od farmerów”. Gdy Marlin ma meteoryty na sprzedaż, wysyła faksy do wszystkich, którzy są na jego liście kolekcjonerów. „Jeśli nie masz faksu, to zanim list dojdzie, meteoryt może zostać sprzedany,” ostrzega. Jeśli chodzi o meteoryt Peekskill, Marlin powiedział. „Sprzedałem wszystko w ciągu niespełna trzech tygodni z wyjątkiem kilogramowej piętki, którą zatrzymałem.”

Innym słynnym meteorytem kamiennym, który zdobył Marlin, był chondryt Noblesville w stanie Indiana.



Marlin przy swej piłę podczas cięcia. Zdjęcie zrobiła Debbie Citz.

Jest to chondryt H4 z fragmentami H6. Spadł w sierpniu 1991 roku omal nie trafiając w chłopców stojących na trawniku. Marlin przeczytał wtedy o tym spadku w gazecie będąc na targach minerałów. Natychmiast próbował wraz z Jimem Schwade zdobyć meteoryt. Właściciele chcieli go jednak zatrzymać.

W 1996 roku finansowe realia college'u skłoniły właścicieli meteorytu do zmiany zdania a Marlin z Jimem przeliczyli dwóch konkurentów zdobywając ważący 483 g orientowany meteoryt kamienny. „Była to najwyższa cena, w przeliczeniu na gram, jaką kiedykolwiek zapłaciłem za zwykły meteoryt kamienny!” oświadczył Marlin.

Gdy pewnego razu dokonywałem wymiany z Marlinem, otrzymałem od niego paczkę z moimi nowymi okazami. Na dnie pudełka leżał nieoznaczony fragment, który wyglądał dla mnie jak howardyt. Ponieważ jedna z naszych wcześniejszych wymian obejmowa-

ła howardyt, byłem ciekaw, czy Marlin wiedział, że wysłał ten okaz do mnie. Poza tym wysyłanie czegośkolwiek do mnie bez dokumentacji nie było typowe dla Marlina. W końcu podniosłem słuchawkę i zadzwoniłem do niego. „Co o tym myślisz”, spytał. Podałem moją wstępną ocenę opartą na analizie wizualnej. W słuchawce rozległ się głośny śmiech. „Przecinałem bloki żużla na murek na podwórku” pokładał się ze śmiechu Marlin. „Znalazłem ten kawałek w pile i pomyślałem, że może ciebie zainteresuje!”

Jak więc wygląda przyszłość Marlina Cilza i Montana Meteorite Lab? „Cóż, chciałbym zająć się w pełni cięciem i sprzedawaniem meteorytów, gdy przejdę na emeryturę”, mówi Marlin. „Wtedy będę miał czas na zajmowanie się okazami każdej wielkości, nie tylko tymi dużymi i kosztownymi.”

Na razie Marlin siada codziennie za kółkiem i szuka meteorytów odwiedza-



Chondryt Noblesville z widocznym orientowanym kształtem i płytkimi regmagliptami po jednej stronie. Zdjęcie Marlina Cilza.

jąc farmy i rancha na rozległych równinach północno-zachodniej części Stanów Zjednoczonych.

Martin Horejsi jest doktorantem na Uniwersytecie stanu Idaho w Pocatello. Sprzedaje także poprzez Internet książki o meteorytach, których nakłady są już wyczerpane.

Polowanie na tektyty w Georgii

Hal Povenmire

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 4. Copyright © 1997 Pallasite Press)

Od wielu lat słyszałem o tektytach i wiedziałem, że był to rodzaj domniemanych szklanych meteorytów znajdowanych w różnych miejscach świata. W 1963 roku, pierwszym roku mojej pracy w szkole, moi uczniowie zainteresowali się nimi po naszej dyskusji w klasie i kupiliśmy jeden z naszych funduszy naukowych. Dowiedziałem się także o książce „Tektyty”, którą napisał dr John A. O'Keefe.

W 1969 roku przeglądając egzemplarz „Science News Letter” przeczytałem, że tektyty znajdowano w hrabstwie Dodge w stanie Georgia. Pojechałem tam i spędziłem weekend poszukując tych rzadkich obiektów. Stwierdziłem, że jest to teren rolniczy z niewysokimi wzgórzami i sympatycznymi ludźmi. Na tle jasnej gleby ciemne tektyty są wyraźnie widoczne. Nie znalazłem żadnego ani w ten weekend, ani podczas sześciu następnych wycieczek. W końcu spotkałem kogoś, kto miał jeden i pozwolił mi go obejrzeć. Tektyty z Georgii zwane georgiitami są ciemne, gdy leżą na ziemi, ale trzymane pod światło są przezroczyste.

Mają charakterystyczny brązowy, oliwkowo-zielony kolor. Podczas ósmego wyjazdu do hrabstwa Dodge spotkałem kobietę, która miała ładny tektyt. Po wielu godzinach zniechęcającego targowania się z nią zdołałem go kupić. Później dowiedziałem się, że ona i jej rodzina nie mieli co jeść od kilku dni, i że chciała ona od samego początku sprzedać kamień „przez który widać”, ale chciała wytargować jak najwyższą cenę. Przewędrowałem setki mil w hrabstwach Dodge i Bleckley i chociaż uważałem, że wszystko robię właściwie, nie mogłem znaleźć żadnego tektytu. Pewnego dnia wędrując z jednym z moich uczniów znalazłem jeden w bruzdzie tuż przed sobą. Robiłem to, co należy, to tektyty były po prostu bardzo rzadkie. Gdy już się na nie natrafiło, były widoczne bardzo wyraźnie. Wielu łowców tektytów ma szczęście i znajduje jakiś od razu. Wielu rzadko wraca i szuka przez długi czas pozwalając szczęściu dopędzić ich. Gdy przeszukiwałem zorane pole, zwykle znajdowałem jakieś pamiątki po Indianach, mniej więcej jedną na godzi-

nę. Przeważnie potrzebowałem około 100 godzin poszukiwań, aby znaleźć tektyt. Pierwszy tektyt z Georgii znaleziono w 1938 roku obok DuBois i do 1959 roku znaleziono ich tylko około 12. Aż do 1959 roku nie uważano Georgii za autentyczne miejsce występowania tektytów, a niektórzy naukowcy wątpili w to nawet dużo później. Gdy zacząłem szukać tektytów, znano ich około 200 i znajdowane były na terenie tylko czterech hrabstw. Głównym celem było znajdowanie nowych okazów, ale zauważyłem potrzebę sporządzenia mapy miejsc, gdzie znajdowano tektyty. Stopniowo znajdowałem więcej okazów i udawało mi się kupić inne od farmerów i zbieraczy indiańskich wyrobów z tamtych terenów. Nie wydawało się po prostu logiczne, że tektyty mogą występować tylko na bardzo małym obszarze obejmującym głównie dwa małe hrabstwa i tylko około 400 mil kwadratowych. Czułem, że obszar rozrzutu tektytów musi być większy.

W 1975 roku dowiedziałem się, że bardzo duży tektyt znaleziono koło Pla-

infield w Georgii. Uważając, że to może być ważne, wziąłem dzień wolnego i pojechałem go obejrzeć. Ważył 70,5 grama i był największym, jaki kiedykolwiek znaleziono. Nie byłem w stanie kupić tego okazu, ale zebrałem dostatecznie dużo informacji, aby opublikować o nim artykuł w czasopiśmie „Meteoritics”.

Będąc na terenie hrabstwa Dodge zyskałem możliwość wystąpienia w audycji radiowej. Mogłem opowiedzieć o tektytach. Podałem motel, w którym się zatrzymałem i powiedziałem, że chciałbym zobaczyć wszystkie tektyty, jakie ludzie mają. Kupiłem kilka, kiedy przyszedł człowiek z jednym z największych tektytów jakie dotąd widziałem. Tektyt ważył 57 gramów i zdołałem go kupić. Po kilku minutach inny mężczyzna pokazał ładny tektyt i poprosił o zidentyfikowanie go, ale powiedział, że nie jest on na sprzedaż. Spytałem, gdzie go znaleziono, a on odpowiedział, że w hrabstwie Twiggs. Nie wydawało się to możliwe, ponieważ dotąd nic tam nie znaleziono. Mężczyzna wyglądał jednak na porządnego człowieka i poprosiłem, aby pokazał mi miejsce znalezienia. Była to pierwsza wskazówka, że obszar rozrzutu może być większy. Było oczywiste, że ktoś powinien opublikować mapę dotychczasowych miejsc występowania tektytów z Georgii. Zrobiłem zestawienie swych danych i zostało ono opublikowane w czasopiśmie „Meteoritics”.

Wkrótce potem zebrałem więcej danych i w tym samym czasopiśmie opublikowałem poszerzony artykuł uwzględniający nowe dane.

W 1980 roku Louis i Walter Alvarez opublikowali pracę na temat spadku kosmicznego obiektu, który spowodował masową zagładę biologiczną około 65 milionów lat temu. Zanim jeszcze skończyłem czytać tę pracę, uświadomiłem sobie, że tektyty z Georgii nie były tylko lokalnym zjawiskiem, ale prawdopodobnie miały podobne pochodzenie i powinny występować na większym obszarze. Naukowcy stwierdzili, że tektyty z Georgii spadły około 34,5 miliona lat temu.

Poznałem także dr Johna O’Keefe i spędziłem kilka dni w jego domu, w 1984 roku, dowiadując się więcej o tektytach. Dr O’Keefe uważa, że tektyty pochodzą z wulkanów księżycowych. Chociaż jest to bardziej skomplikowana teoria niż bardziej popularna teoria wiążąca je ze spadkiem planetoidy lub komety, to mam wrażenie, że może być prawdziwa.

W 1990 roku zacząłem pisać książkę „Tektyty — A Cosmic Paradox”. Aby ułatwić sobie badania, przeniósłem się do Savannah w Georgii, dzięki czemu mogłem łatwiej godzić wyjazd z pracą w szkole średniej. Wiosną 1990 roku miałem pogadanki dla ponad 10000 uczniów w hrabstwach, w których przewidywano, że tektyty mogą występować, ale dotąd ich nie znaleziono. Dzięki temu

potwierdzono występowanie tektytów w kilku nowych hrabstwach. Przez następne dwa lata prowadzono poszukiwania głównie we wschodniej części obszaru rozrzutu i znaleziono cztery okazy w hrabstwie Emanuel. Rankiem, 31 lipca 1993 roku znaleziono pierwszy na terenie Georgii tektyt typu Muong-Nong. Został znaleziony w żwirowni i ważył 130 gramów, czyli o 60 gramów więcej niż największy tektyt rozbryzgowego kształtu. Tak wiele nowych danych uzyskano dzięki temu jednemu uwarstwione-

mu tektytowi, że zmieniło to wiele naszych poglądów na tektyty Georgii i tektyty w ogóle. Trzeba znaleźć jeszcze przynajmniej jeden z tych uwarstwionych tektytów, aby poszerzyć naszą wiedzę o tych dziwnych obiektach.

Jakie są wyniki tych 27 lat i 165 wyjazdów do Georgii? Gdy zaczynałem poszukiwania tektytów, nie było w zasadzie żadnego zainteresowania i byłem jedynym zbieraczem. Dziś jest wielu zbieraczy na terenie występowania tektytów. Znalazłem tylko sześć tektytów, ale kupiłem jeszcze około 85. Z 4 hrabstw, w których one występowały zrobiło się dziś 16. W momencie, gdy to piszę w 1997 roku, oceniam, że odnaleziono około 1350 tektytów z Georgii. Spodziewam się, że w ciągu następnych dziesięciu lat liczba ta zostanie podwojona. Niektóre z nowych okazów dadzą nam wskazówki do poszerzenia naszych poszukiwań.

Pozwolę sobie na kilka przewidywań na przyszłość. Uważam, że tektyty nadal będą przedmiotem dyskusji i sporów jeszcze po roku 2010. W Georgii sądzę, że potwierdzony obszar występowania tektytów obejmie ostatecznie przynajmniej 28 hrabstw, i że tektyty zostaną prawdopodobnie znalezione w sąsiedniej Południowej Karolinie.

Obecnie obszar rozrzutu bediazytów jest o dziesięć procent większy niż georgiitów. Przewiduję, że w rzeczywistości obszar występowania georgiitów jest większy. Tektyty zwane bediazytami są znajdowane we wschodniej części Teksasu. Mają one ten sam wiek, jak tektyty z Georgii i spadły w tym samym czasie. Dotąd nie podjęto żadnych prac terenowych, aby wykazać, że oba obszary się łączą. Przewiduję, że w końcu tektyty zostaną znalezione w Alabamie, Mississipp i Luizjanie. Na całej Ziemi zostaną znalezione liczne nowe obszary występowania tektytów i zostaną one powiązane z niemal każdym masowym wymieraniem.

Podstawowe pytanie, na które trzeba znaleźć odpowiedź, brzmi „jakie jest pochodzenie tektytów?” Czy pochodzą one z uderzenia w Ziemię komety lub planetoidy, czy jak proponuje dr O’Keefe, pochodzą z wulkanów księżycowych. Większość uważa, że pochodzą z uderzenia. Jeśli to prawda, to może jednym ze źródeł jest niedawno odkryty krater Chesapeake Bay o średnicy 58 mil.

OGŁOSZENIA

Sprzedam teleskop TAL-M o średnicy zwierciadła 80 mm i ogniskowej 526 mm. Rozdzielczość 1.3”, powiększenia od 20 do 139x, graniczna wielkość gwiazdowa 13 mag.

W komplecie: okular symetryczny, okular Kellnera, soczewka Barlowa, filtry, montaż uniwersalny z mikroruchami, statyw, szukacz, skrzynka do przenoszenia.

Cena ok. 600 zł.

Sprzedam geologiczny mikroskop stereoskopowy OGME-P3 z obiektywem $f = 190$ mm. Powiększenia od 1.8 do 50x, pole widzenia 78 – 4.8 mm, możliwość obserwacji w świetle odbitym i przechodzącym.

W komplecie okulary 6x, 8x, 14x i 8x ze skalą. Mikroskop można zainstalować na dowolnym statywie - również terenowym; istnieje możliwość dokupienia nasadki fotograficznej.

Cena ok. 550 zł.

Adres: Janusz Kosinski
ul. Pułaskiego 19
07-200 WYSZKÓW

Mile widziany znaczek pocztowy na odpowiedź.

Cztery sektory meteorytowej społeczności: studium wzajemnych zależności

Michael Blood

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 4. Copyright © 1997 Pallasite Press)

Meteorytowa społeczność, jako całość, składa się z czterech dość odrębnych grup: zawodowych naukowców, handlarzy meteorytów, kolekcjonerów meteorytów i poszukiwaczy meteorytów w terenie. Podział ten nie jest ostry i nierzadko zdarza się, że kogoś można zaliczyć do dwóch lub więcej grup. Jednak grupy te działają osobno. Nie zmienia to w żaden sposób faktu, że są one bardzo silnie wzajemnie od siebie zależne. Po pierwsze i najważniejsze, każdy kolekcjoner i handlarz meteorytów musi zrozumieć, że głównym i najbardziej właściwym przeznaczeniem każdego typu meteorytu są badania naukowe. Dlatego, gdy tylko nowy okaz zostanie odnaleziony, obowiązkiem każdego handlarza jest upewnienie się, czy odpowiednia jego część trafiła do właściwych instytucji w celu przeprowadzenia badań. Meteoryty dostarczyły do dziś tyle (jeśli nie więcej) informacji o początkach naszego Układu Słonecznego ile wszystkie pozostałe badania. Tak jak w przypadku innych zjawisk przyrody, współpraca poszukiwaczy, handlarzy i społeczności naukowej sprzyja rozwojowi wszystkich zainteresowanych. Bez pełnej współpracy każdy z tych sektorów poniósłby znaczące szkody.

Gdyby nie poszukiwacze meteorytów, nawet 1/10 materii meteorytowej nie trafiłaby ani do handlarzy ani do naukowców. Liczni handlarze sami prowadzą z powodzeniem poszukiwania w terenie jak np. Luc Labenne, Alain i Louis Carion i Bob Haag, aby wymienić tylko niektórych. Bez handlarzy poszukiwacze nie mieliby większej motywacji, ponieważ z pewnością nie są oni zainteresowani przekazywaniem znalezionych okazów do instytucji naukowych. Sprzedają je handlarzom, którzy z kolei przekazują okazy kolekcjonerom drogą sprzedaży i instytucjom drogą wymiany.

Bez naukowców trudno by było handlarzom ocenić wartość każdego nowego meteorytu, co zmniejszałoby zarówno jego znaczenie dla meteorytyki jak

i wartość pieniężną. Z wyjątkiem Antarktydy, gdzie naturalne warunki pozwalają naukowcom na prowadzenie systematycznych „żniw” meteorytów, uczeni mogą uzyskiwać okazy do badań niemal wyłącznie od handlarzy. Współpraca jest nie tylko pożądana, ale jest wręcz warunkiem sukcesu obu grup. Tym, co napędza cały ten system, jest społeczność kolekcjonerów.

Przez dziesiątki lat cztery sektory składające się na meteorytową społeczność, współdziałały dość zgodnie z korzyścią dla wszystkich. Nie zawsze jednak tak się działo.

Lincoln La Paz, były dyrektor Wydziału Meteorytyki Uniwersytetu Nowego Meksyku w Albuquerque, znany był z jadowitej krytyki H.H. Niningera, ponieważ ten ostatni nie tylko posiadał prywatnie materię meteorytową, ale rzeczywiście sprzedawał meteoryty prywatnym kolekcjonerom. Mimo faktu, że Nininger był osobiście odpowiedzialny za odnalezienie około dwóch trzecich wszystkich meteorytów, jakie spadły, czy też zostały znalezione na terenie USA w okresie jego życia zawodowego, zarzucano mu, że miał chęć posiadać materię, która powinna należeć wyłącznie do „dyplomowanych” naukowców. (Po śmierci La Paz odnaleziono w suterenie jego prywatnego domu ogromną, prywatną kolekcję większych i mniejszych okazów zebranych lub zakupionych w okresie jego uniwersyteckiej kariery. Cała ta kolekcja, która niemal na pewno została zakupiona z funduszy Uniwersytetu, została sprzedana Uniwersytetowi przez jego spadkobierców).

Tak więc pierwszy i bardzo długotrwały klin został niepotrzebnie wbity między sektor instytucjonalny i prywatny meteorytowej społeczności. (W owym czasie „sektor prywatny” składał się niemal wyłącznie z Niningera i bardzo niewielu poważnych prywatnych kolekcjonerów zachęconych przez niego. Był to najbardziej niefortunny szereg sporów, wywołany niemal wyłącznie przez jednego człowieka, który sam

miał na sumieniu postępowanie, które tak potępiał u innych. Najbardziej przykre było to, że sprawa ta spowodowała odsunięcie się Niningera od Towarzystwa Meteorytycznego, którego był współzałożycielem i do rozwoju którego tak bardzo się przyczynił.

Niedawne zdarzenia znów zagroziły koleżeńskiej atmosferze, jaka wytworzyła się w naszej społeczności od czasu tych przykrych sporów. Większość handlarzy zaczęła odchodzić od zasady, że materia meteorytowa, szczególnie ta wyjątkowa, musi być dostępna dla instytucji naukowych. Najbardziej przykre jest to, że ostatnio jeden z handlarzy został przyłapany na kradzieży bardzo rzadkiego meteorytu z pewnego muzeum.

Uważam to za krytyczny moment w stosunkach między członkami sektora naukowego, a pozostałą częścią meteorytowej społeczności. Jeśli chcemy utrzymać bliskie, wzajemnie korzystne powiązania, to poszukiwacze, handlarze i kolekcjonerzy muszą pamiętać o zobowiązaniu do wzajemnego wspierania się i uczciwości w stosunkach z sektorem naukowym. W szczególności handlarze muszą dbać, aby nowe znaleziska były rejestrowane w Towarzystwie Meteorytycznym i zapewniać instytucjom dostęp do każdego nowego meteorytu, zwłaszcza gdy jest on wyjątkowy. Poszukiwacze i kolekcjonerzy, a także handlarze muszą zobowiązać się do współpracowania tylko z tymi handlarzami, których postępowanie dowodzi, że pamiętają oni o zobowiązaniu wspierania sektora naukowego.

Naukowcy badający meteoryty przyglądają się obecnie uważniej postępowaniu reszty meteorytowej społeczności. Czy będzie to początek wbijania nowego, dzielącego nas klina, czy też wykorzystamy to do pokazania jedności i wzajemnego wspierania się? Gdy sektor naukowy przyjrzy się uważniej innemu sektorowi meteorytowej społeczności, czy dostrzeże tylko chęć zysku, czy też wsparcie i uczciwość? Pokażemy, że to drugie.

Katastrofalne zjawiska w epoce brązu.

Spojrzenie z archeologicznego, geologicznego, astronomicznego i kulturalnego punktu widzenia

Mark E. Bailey

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 4. Copyright © 1997 Pallasite Press)

Blisko setka astronomów, historyków, archeologów i innych zebrała się w Fitzwilliam College w Cambridge na drugiej międzynarodowej konferencji Towarzystwa Badań Interdyscyplinarnych (Society for Interdisciplinary Studies = SIS) trwającej od 11 do 13 lipca 1997 roku. Celem było omówienie niemal jednoczesnego końca cywilizacji epoki brązu na całym świecie, a w szczególności, czy hipotezy „wielkiej komety” związane głównie z nazwiskami Clube & Napier oraz Hoyle & Wickramasinghe mogą być potwierdzone przez badania archeologiczne, geologiczne, klimatologiczne i historyczne.

Zależnie od przyjętej chronologii i rozważanego obszaru geograficznego epoka brązu zaczęła się około roku 3500 p.n.e. i trwała dwa lub trzy tysiące lat do około roku 1500 – 500 p.n.e. obejmując nie tylko główny okres budowy Stonehenge i innych jego megalitycznych odpowiedników, ale także pojawienie się królów, kapłanów, ofiar z ludzi i zwierząt, ewolucję poglądów religijnych od wielobóstwa do wiary w jednego boga i — co istotne dla astronomów — początki zainteresowania sferą niebieską.

Istotą astronomicznego twierdzenia jest to, że zmiany w najbliższym sąsiedztwie Ziemi odpowiadające ewolucji orbity i postępującemu rozpadowi się ogromnej komety — być może przodka komety Enckego, spowodowały falowe zmiany tempa akrecji pyłu międzyplanetarnego i towarzyszące temu okresy bombardowania większymi ciałami (o średnicach 10 – 100 metrów) w skali czasowej o znaczeniu historycznym (od dziesięcioleci do tysiącleci).

Czy taka koncepcja może być potwierdzona, czy też jak wiele innych złudnych „teorii wszystkiego” będzie kolejną piękną teorią zniszczoną przez

brzydkie fakty? Ponadto jeśli nawet tylko niektóre elementy teorii przetrwają próbę czasu, czy i jakie wynikną stąd wnioski dla przyszłości współczesnej cywilizacji?

Niebezpieczeństwo grożące ze strony obiektów przelatujących blisko Ziemi omawiano na spotkaniu poprzedniego dnia w Royal Greenwich Observatory w Cambridge. Dyskusja zakończyła się wnioskiem, że cywilizacja nie przetrwałaby zderzenia nawet z ciałem małym ciałem astronomicznym, a poziom zagrożenia ze strony obserwowanej populacji planetoid przelatujących blisko Ziemi jest znacznie większy niż związany z niebezpieczeństwami, które społeczeństwo zwykle uważa za warte szczegółowego zbadania i zmniejszenia.

Konferencja SIS rozpoczęła się wystąpieniem Roberta Matthews (korespondenta naukowego Sunday Telegraph), który przedstawił to, co nazwał dwoma „współczesnymi mitami”: mianowicie, że to, co zdarzyło się dawno temu, jest kompletną bzdurą, i że Ziemia jest bezpiecznym miejscem. Oba tematy ilustrowane przykładami z mitologii i wykopalisk prowadziły do istoty tematu konferencji i ukazywały wartość otwartych badań wielodyscyplinarnych. Było fascynujące słyszeć, jak czwarta władza apeluje do akademików, aby rozmawiali z dziennikarzami („przekazujcie nam informacje jak najczęściej”) i uzasadnia ważność informacji, ponieważ jest ona ciekawa, jest częścią naszej kultury i ma bezpośredni związek z naszym przetrwaniem na tej planecie. Cytując George’a Santayana’ę Matthews przypomniał zbranym, że ci co zapominają o przeszłości są skazani na jej ponowne przeżycie.

Tło astronomiczne dla zmian w ludzkiej cywilizacji przedstawili Mark Bailey i Bill Napier (Armagh Ob-

servatory). Jeśli chodzi o komety, to istotne ostatnie odkrycia są takie, że (1) „olbrzymy” o średnicach większych niż 100 km, trafiają do obszaru komet krótkookresowych z grubszą raz na 20 – 200 tysięcy lat; (2) ewolucja ich orbit prawdopodobnie obejmuje okresy muskania przez nie Słońca, co powoduje rozpad nawet dużych ciał; (3) ciała typu tunguskiego (obiekty o wielkości kilkudziesięciu metrów) przybywają prawdopodobnie co około 100 lat, przypadkowo, jeśli pochodzą z głównego pasa planetoid między Marsem a Jowiszem i zgrupowane w czasie, jeśli występują w rojach pochodzenia kometarnego.

Bill Napier wskazał, że największe bezpośrednie niebezpieczeństwo pozaziemskie może grozić ze strony obiektów o średnicach ponad 200 metrów, które wpadną do oceanu i spowodują fale tsunami niszczące całą półkulę. Ocenia się, że takie obiekty mogą pojawić się co 5 do 10 tysięcy lat. Zagrożenie ze strony ogromnej komety przybywającej do wewnętrznej części Układu Słonecznego jest porównywalne z niebezpieczeństwem zderzenia z planetoidą o średnicy 1 kilometra. Oba zdarzenia mogą powtarzać się w odstępach rzędu 10000 lat i oba mogą oznaczać koniec cywilizacji.

Dyskusja koncentrowała się na tym, czy cywilizacje epoki brązu skończyły się jednocześnie, a jeśli tak, to czy przyczyna była lokalna czy globalna; oraz czy w grę wchodzi procesy czysto ziemskie, czy pozaziemskie. Czy ostateczna przyczyna upadku cywilizacji jest prosta (jak w przypadku hipotezy pojedynczego zderzenia dla wyjaśnienia zagłady K/T) czy złożona, uwzględniająca różne czynniki? Na przykład połączenie zmian klimatu, masowych migracji, wojny i upadku gospodarki byłoby niewątpliwie gorsze, niż każdy

z tych czynników działający osobno. Tak jak w przypadku analogicznych rozważań nad masowym wymieraniem, konferencja SIS pokazała, że takie zagadnienia dają się w zasadzie rozwiązać przez szczegółowe analizy stratygraficzne i badania terenowe.

Kontynuując temat astronomiczny Duncan Steel (Spaceguard, Australia) przedstawił pomysłową interpretację najwcześniejszej fazy konstruowania Stonehenge wskazując, że według hipotezy ogromnej komety okresy wzmożonego bombardowania Ziemi powinny występować, gdy orbita pyłowego śladu komety Enckego przetnie orbitę Ziemi. Prowadzi to do przypuszczenia, że bombardowania będą występowały parami w odstępach kilku stuleci, a pary te będą oddzielone okresami 2500 – 3000 lat, i że takie zdarzenia mogły wystąpić około 3600 i 3200 roku p.n.e.

Punktem kulminacyjnym sesji astronomicznej był szeroko zakrojony przegląd Gerrita Verschuura (University of Memphis), na temat wpływu „nowej astronomii” na myślenie i zachowanie ludzi. Nie ma wątpliwości, że masywne ciała okresowo uderzają w Ziemię, co jest ostatnim stadium kończącej się akrecji planetarnej, ale istotnym pytaniem jest, kiedy było ostatnie wielkie zderzenie i kiedy będzie następne? Opowieść Verschuura ma morał: gdy została otworzona puszcza nie-szczęść Pandory, na końcu wyszła z niej nadzieja. Nadzieja ta zawiera się w opracowaniu strategii postępowania w przypadku zderzeń zagrażających cywilizacji. Podczas gdy w chaotycznej ewolucji życia na Ziemi nieprzewidziane wypadki uczą nas, że z biologicznego punktu widzenia mamy szczęście

będąc tutaj, to naszą główną przewagą zdaniem Verschuura jest zdolność ludzi do przekazywania informacji i w rezultacie do bardziej skutecznego adaptowania się do szybkich zmian środowiska spowodowanych przez procesy astronomiczne i czysto geologiczne.

Dalsze prace dotyczyły archeologii, geologii i klimatologii, historii i kultury oraz granicy między archeologią i historią. Nie ma dość miejsca, by omówić je szczegółowo, ale istota dyskusji jest omówiona niżej.

Marie-Agnes Courty (CNRS, Grignon) przedstawiła nowe dane archeologiczne dotyczące katastrofy, która przypuszczalnie wystąpiła na środkowym wschodzie ok. roku 2350 p.n.e. Podkreśliła ona ważność badań archeologicznych o wysokiej rozdzielczości czasowej przy ocenie wpływu katastrof przyrodniczych na upadek społeczeństw. W tym przypadku dane wskazują na połączenie spalania powierzchni ziemi i powietrznego podmuchu zgodnego ze zjawiskiem bolidu typu tunguskiego. Może to jednak być efekt potężnego wybuchu wulkanu.

Ślady regionalnych zmian środowiska mniej więcej w tym samym czasie potwierdził i rozszerzył Mike Baillie (Queen's University, Belfast). Jego analizy pierścieni rocznego przyrostu irlandzkich dębów pokazały bardzo wyraźne zwężenie pierścieni około roku 2345 p.n.e. związane ze skałami tefrytowymi z islandzkiego wulkanu Hekla 4 datowanymi na 2310 p.n.e. Wskazuje to na wulkaniczne pochodzenie zdarzenia stwierdzonego przez Courty, ale omawiany okres jest związany także z innymi wydarzeniami jak powodzie, utworzenie nowych jezior i nawet tra-



*Geolog Marie-Agnes Courty.
Fot. Trevor Palmer.*

dycyjny początek historii Chin! Jak powiedział Baillie, rok 2345 p.n.e. jest klasyczną znaczącą datą, czyli taką, która pojawia się regularnie w różnego rodzaju badaniach.

W tym przypadku, jak i w innych (np. 1628 p.n.e., 1159 p.n.e., 208 p.n.e. i 540 n.e.) są ślady ewentualnych zjawisk wulkanicznych i zdarzeń globalnych. Wulkaniczne ochłodzenie nakładało się często na długofalowe trendy klimatyczne i było ostatnią kroplą powodującą zniszczenie społeczeństw. Pozostaje wtedy pytanie, co powodowało długofalowe ochłodzenia.

Czy zmiany klimatyczne są związane ze zderzeniami czy z pyłami wyrzucenymi do stratosfery, (albo z czymś jeszcze innym), jest to kwestia do rozstrzygnięcia, chociaż jak podkreślił Benny Peiser (Liverpool John Moores University) okres około roku 2300 p.n.e. pojawia się zaskakująco często nawet przy badaniach starych kraterów. Tak jak w przypadku śladów archeologicznych wciąż nie wiadomo, jakich dokładnie cech należy szukać: eksplozja tunguska (niewątpliwie niszcząca) nie pozostawiła krateru podczas gdy podobnej wielkości pocisk, spowodował powstanie Krateru Meteorowego o średnicy ponad kilometra. Ponadto, jak pokazał Amos Nur (Stanford University), nawet trzęsienia ziemi mogą powodować regionalne zniszczenia i mogą występować skupione w czasie przez okres mniejszy niż stulecie, po czym następuje faza spokoju trwająca setki i tysiące lat, dość podobna do częstotliwości uderzeń fragmentów ogromnej komety, która się rozpadła.

Fizyczny związek między zderzeniami lub akrecją pyłu kosmicznego z jednej strony, a erupcjami wulkanicz-



Stoją od lewej: Gerrit Verschuur, Bill Napier, Victor Clube, Mark Bailey. Fot. Trevor Palmer.

nymi lub innymi przejawami zmian środowiska z drugiej, na przykład tymi widocznymi w danych klimatologicznych, jest obecnie słabo widoczny, ale znaczące daty często się uwidoczniają. Bas van Geel (University of Amsterdam) podkreślił dalszy związek, tym razem między ostrym wzrostem zawartości ^{14}C w atmosferze między rokiem 850 a 760 p.n.e., a zmianą klimatu w zachodniej Europie ze stosunkowo ciepłego i suchego przed rokiem 850 p.n.e. na znacznie zimniejszy i wilgotny. Proponuje się, że zmniejszona aktywność słoneczna umożliwiła dotarcie zwiększonego strumienia wysokoenergetycznych, galaktycznych promieni kosmicznych do górnych warstw atmosfery, czego skutkiem był wzrost zachmurzenia i w rezultacie niższe temperatury i wyższa wilgotność.

Przejdźmy do możliwych kulturowych skutków takich, wymuszonych

czynnikami zewnętrznymi, zmian środowiska. Jeśli ludzkość była od czasu do czasu narażona na środowiskowe katastrofy o rozmiarach i charakterze, które nie mają współczesnych odpowiedników, to warto zastanowić się, jakie mogłyby być reakcje społeczeństw na takie wydarzenia. Gunnar Heinsohn (University of Bremen) skoncentrował się na początku epoki brązu, jako okresu związanego z pojawieniem się królów i kapłanów i pojęcia królów namaszczonego przez niebiosy. Pojawienie się epoki brązu pozostaje tajemnicą, chyba że przyjąć sugestię katastrofalnej zmiany środowiska. Niemniej dostępne dowody wskazują na zniszczenie poprzedniego społeczeństwa, po czym nastąpił rozwój ośrodków kultury i kapłanów. Kiedy i dlaczego pojawiło się pojęcie boga i jakie duchy miały ówczesne obrzędy uspokoić?

Związane z tym zagadnienie oma-

wiał Irving Wolfe (University of Montreal) rozważając ostre zmiany kulturalne i religijne związane ze zmianami środowiska obserwowanymi szczególnie na granicy epoki brązu i żelaza około 600 roku p.n.e. Znowu większość badań pozostaje do zrobienia, ale ogólnie uważa się, że ewentualne regionalne lub globalne zdarzenie w pierwszym tysiącleciu p.n.e. doprowadziło do przemian społecznych, których kulminacją był przedsokratesowy grecki pogląd na świat, który w końcu dał wyraźne kulturowe podwaliny współczesnej epoki. Przegląd ten byłby niepełny, gdyby nie wspomnieć o znakomitej organizacji konferencji przez członków SIS i bardzo udanym e-mail forum kierowanym przez Benny Peisera z Liverpool John Moores University. Objęły one szeroki zakres tematów i skłoniły uczestników do rozważenia wielu nowych problemów.

Elektrofoniczne dźwięki bolidów – historia

Graham W. Wolf

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 4. Copyright © 1997 Pallasite Press)

Przez ponad tysiąc lat ludzie obserwowali elektrofoniczne bolidy czyli takie, że dźwięki występowały jednocześnie z ich przelotem. Jeszcze dziś elektrofoniczne bolidy wywołują pewne spory, a ich mechanizm wciąż nie jest w pełni poznany. Ten artykuł omawia historię elektrofonicznych bolidów, podaje szereg przykładów i przedstawia niezbyt udane próby naukowego wytłumaczenia tego zjawiska.

Według Lincolna La Paz po raz pierwszy zaobserwowali elektrofoniczne bolidy Chińczycy już w 817 roku. Pierwsze europejskie obserwacje pochodzą z katalogu opublikowanego w języku rosyjskim przez Witalija A. Bronsztena, w którym najstarsze zjawiska zanotowano w połowie XVI wieku. Szczegółową relację z angielskich obserwacji tego zjawiska sporządził Edmond Halley znany z komety Halleya. W roku 1719, w „Philosophical Transactions of the Royal Society” stwierdził on: „...słychać ich syk, gdy przelatują, tak jakby były blisko, na wyciągnięcie ręki...” Halley był dostatecznie wykształcony, by wiedzieć, że dźwięk nie może przebyć momentalnie tak dużych odległości — zwykle 100 km i więcej.

Napisał więc dalej: „... wiele jest wytworem czystej fantazji...”

Sprawa mogłaby się wtedy zakończyć, ale ponieważ elektrofoniczny bolid nad Anglią w 1783 roku obserwoowało mnóstwo osób, więc relację z tych obserwacji opublikował w tym samym czasopiśmie sekretarz Royal Society, sir Charles Blagdon. Przypisywał on elektrofoniczne dźwięki „wyobraźni przerażonych obserwatorów lub złudzeniu fajerwerków”. Jego zasługą jest jednak, że stwierdził on wysoką wiarygodność świadków i przekonany, że mogły istnieć jakieś podstawy ich obserwacji postanowił, że „pozostawi to jako rzecz do wyjaśnienia dla przyszłych badaczy.” Były to naprawdę mądre słowa, ponieważ teoria promieniowania elektromagnetycznego miała pojawić się dopiero za ponad sto lat, a August Coulomb miał dopiero wymyślić swe słynne prawo elektrostatyki. Dopiero na początku dziewiętnastego wieku naukowcy zaczęli uznawać, że meteory pochodzą z Kosmosu.

Pod koniec wieku coraz więcej doniesień o elektrofonicznych bolidach docierało do lokalnych władz, ale niestety społeczność naukowa odrzucała je jako

zjawiska psychologiczne a nie fizyczne. Działo się tak pomimo faktu, że liczni obserwatorzy słyszeli dźwięk najpierw, zanim zobaczyli bolid, co raczej wykluczało hipotezę psychologiczną.

Romig i Lamar z korporacji RAND donosili o dziennym bolidzie 3 kwietnia 1916 roku nad miejscowością Treysa, około 150 km na wschód od Kolonii, w Niemczech. Obserwatorzy w siedmiu różnych miejscowościach oddalonych o 50 do 100 km od punktu końcowego słyszeli elektrofoniczne dźwięki. Jednak czołowi badacze meteorów pierwszej połowy obecnego wieku, szczególnie W.F. Denning w 1915 r. i C.C. Wylie w 1932 r. zdecydowanie odrzucali elektrofoniczne obserwacje znowu tłumacząc je złudzeniami psychologicznymi. Do innych elektrofonicznych bolidów, które pojawiły się i zostały „odrzucone przez krytyków”, należał teksański meteor z 23 czerwca 1928 roku. Teksański profesor politechniki J.A. Udden nie był tak przekonany i dokładnie przeanalizował 9 doniesień o dźwiękach elektrofonicznych towarzyszących bolidowi, który pojawił się nad Teksasem. Był ciekaw, czy rzeczywiście mogą być one pochodzenia elektrycz-

nego. Podobna sytuacja wystąpiła znów w 1952 roku, gdy H.H. Nininger opublikował książkę „Out of the Sky”. Wspomina w niej o obserwatorach wyraźnie słyszających elektrofoniczne dźwięki zanim zobaczyli oni bolid. Autor tego artykułu sam był świadkiem takiego zjawiska obserwując elektrofoniczny bolid Taieri Plains w maju 1985 roku w Nowej Zelandii.

Romig i Lamar donosili o elektrofonicznym bolidzie „Mad Ann” nad Zachodnią Wirginią 1 września 1962 roku. Rok wcześniej opublikowali oni wstępny katalog 110 zjawisk elektrofonicznych. Trzydzieści sześć pochodziło z USA lub Kanady, a pozostałe 74 z Europy lub Rosji. Profesor Colin Keay z Newcastle University w NSW w Australii przebadiał te doniesienia i zauważył silną korelację z suchymi, zimnymi miesiącami w Ameryce Północnej. Doniesienia o elektrofonicznych bolidach są częste w literaturze meteorytycznej. Pewien profesor z Purdue University twierdził, że słyszał „syczący” dźwięk bolidu Lafayette (Indiana) 12 lipca 1952 roku, gdy ten przelatywał nad głową. Ponadto obserwatorzy w San Francisco słyszeli elektrofoniczny „świs”, gdy bolid przelatywał nad nimi 7 listopada 1963 roku. W 1960 r. znany geofizyk Bruce W. Hapke znajdował się z żoną w pobliżu miejscowości Ithaca w stanie Nowy Jork, gdy nad głową pojawił się elektrofoniczny bolid. Mimo silnej krytyki z wielu stron Hapke uparcie twierdził, że elektrofoniczne dźwięki były związane z bolidem. Jego relacja ukazała się siedem lat po zdarzeniu w „New York State Journal of Medicine”.

Wiele osób pisało do popularnego czasopisma „Sky & Telescope” o swych elektrofonicznych doświadczeniach, a w jednym przypadku miesięcznik opublikował prośbę o przesłanie relacji pod wskazany angielski adres w celu skatalogowania ich. Ponadto Peter Brown z BAA opisał w „Sky & Telescope” słynny spadek meteorytu Barwell w Anglii w 1965 roku. Wielu mieszkańców mówiło o elektrofonicznych dźwiękach, które poprzedzały przelot bolidu o kilka sekund, ponieważ konie na polu rzuciły się do panicznej ucieczki tuż przed ukazaniem się bolidu.

Irlandzki meteoryt z kwietnia 1969 roku przeleciał nisko nad południowo-wschodnią Anglią wytwarzając „szum

jak ogromny rój pszczół”. 28 września 1969 roku w Murchison w stanie Victoria w Australii tamtejszy farmer, o godz. 11 czasu miejscowego wyszedł z domu, by zobaczyć ogromną kulę ognia przecinającą niebo. Jednocześnie słyszał „trzaskający szum jak wielka sterta gałązek”.

W 1971 roku Howard Miles z BAA zebrał 68 obserwacji trwającego 5 sekund bolidu, który przeleciał nad Anglią. Poruszał się pod kątem trzech stopni do horyzontu i zgasł na wysokości mniejszej niż 23 kilometry. Zjawisko wystąpiło 18 lutego 1971 roku. Czterech obserwatorów twierdziło, że słyszeł „świszczące” dźwięki, gdy bolid przelatywał nad nimi.

Bolid, który poprzedzał spadek meteorytu Opatiki w Nowej Zelandii w 1989 roku, miał jasność ocenianą na — 18 wielkość gwiazdową, a dwie osoby z Matata mówiły o elektrofonicznych dźwiękach. Dalsza osoba, znajdując się 5 km na północ od Kawerau, twierdziła, że słyszała „syczący” dźwięk z jadącego samochodu.

Wspomniany wcześniej profesor Keay, który badał szereg elektrofonicznych bolidów obserwowanych z Kanady, w tym Bruderheim, Peace River i Vilna, postanowił zająć się rozwiązaniem „zagadki dźwięków”, gdy bolid o jasności -16 magnitudo przeleciał w kwietniu 1978 roku nad Nową Południową Walią. Prosił także innych, aby starali się zarejestrować przypuszczalną emisję o bardzo niskiej częstotliwości od elektrofonicznych bolidów, zwłaszcza gdy stwierdzono, że tego rodzaju dźwięki towarzyszą powrotom promu kosmicznego. Inni, jak G.S. Hawkins pod koniec lat 50-tych próbowali określić, w jakiej części widma elektromagnetycznego mogą być wytwarzane przez jasne bolidy elektrofoniczne dźwięki. Hawkinsowi przeważnie się to nie udało, ponieważ bolidy, które badał, były znacznie poniżej elektrofonicznego progu postulowanego przez rosyjskiego badacza I.S. Astapowicza. Hawkins zajmował

się ponadto wysokimi i bardzo wysokimi częstotliwościami widma radiowego pozostawiając nie przebadany zakres bardzo niskich częstotliwości. Keay na podstawie swych wcześniejszych badań doszedł do wniosku, że to właśnie bardzo niskie częstotliwości mogą stanowić „brakujące ogniwo”. Na początku lat 80-tych zaproponował teorię „magnetycznego spaghetti” wytwarzania elektrofonicznych dźwięków, którą aż do niedawna fizycy przyjmowali z dużym sceptycyzmem. Emisje o bardzo niskiej częstotliwości z elektrofonicznych bolidów zostały po raz pierwszy udowodnione ponad wszelką wątpliwość, gdy Watanabe, Okada i Suzuki zarejestrowali je w Japonii w 1988 roku od bolidu -7 wielkości z roju Perseid potwierdzając raz na zawsze hipotezę Keay’a. Wcześniej rejestrowano fale akustyczne od detonujących elektrofonicznych bolidów, ale nie emisje w bardzo niskich częstotliwościach. Wreszcie około dwustu lat po proroczej uwadze sir Charlesa Blegdona w 1784 roku możemy podziękować fizykom takim jak Colin Keay z Australii, Vitalij Bronszen z Rosji i Zdenek Cepelcha z Czech, za ich wysiłki na rzecz rozwiązania tej naukowej tajemnicy. Pod koniec lat 90-tych „zagadka dźwięków” zbliża się wreszcie do ostatecznego rozwiązania.

Graham Wolf jest dyrektorem nowozelandzkiej sieci obserwacji bolidów.

Od redaktora „Meteorite!”: Profesor Colin Keay przygotowuje dla nas artykuł na temat swej teorii elektrofonicznych dźwięków, który będzie opublikowany w następnym numerze.

**The Meteorite Exchange
Meteorites on the Web
<http://www.meteorite.com>
Meteorite Dealer Catalogs
Free Meteorite Classified Ads
(For Sale Ads are for private parties only)**

**Gallery of Images
Meteorite Clinic, Auctions, Books,
Meteorite News and Articles
Impact Crater Adventures
PO Box 7000-455 Redondo Beach, CA 90277 USA**

Kilka uwag o kolekcjonowaniu meteorytów

Jim Phillips

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 4. Copyright © 1997 Pallasite Press)

Często zastanawiałem się nad kolekcjonowaniem meteorytów. Ostatnio kupiłem wyjątkowy okaz do mojej kolekcji, chondryt enstatytowy E4. Następnego ranka po sfinalizowaniu zakupu przez telefon obudziłem się z mieszanymi uczuciami. Chociaż byłem szczęśliwy z powodu zakupu, to niepokoiła mnie ilość wydanych pieniędzy. Oczywiście był to rzadki typ meteorytu i należało spodziewać się, że będzie drogi. Chondryty enstatytowe stanowią mniej niż 2% wszystkich meteorytów kamiennych. Wydaje się jednak, że ceny wszystkich meteorytów rosną niepowstrzymanie.

Wyjechałem na swą farmę i wędrowałem po polach. Trzy lata spędziłem orząc, nawożąc, nawadniając. Wędrując polami zauważyłem coś białego i kanciastego. Schyliłem się i podniosłem. Nie, nie był to meteoryt tylko grot strzały. Oczyszcziłem ją i przyjrzałem się dokładniej. Był to grot znad rzeki Savannah z późnego archaiku (3000 – 1000 p.n.e.). Przy każdej orce w ciągu ostatnich trzech lat wyorywano mnóstwo grotów z wczesnego, środkowego i późnego archaiku. Ze-

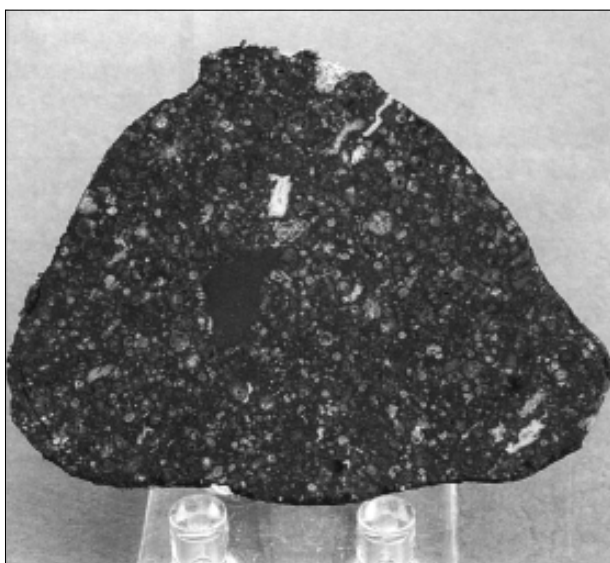
brałem ich sporą kolekcję. Ten nowy był miłym dodatkiem. Poszedłem na niedalekie wzniesienie, usiadłem i zacząłem zastanawiać się nad kolekcjonowaniem meteorytów. Jestem kolekcjonerem. Poza meteorytami i grotami strzał zbieram książki, zwłaszcza stare książki astronomiczne, mapy Księżyca, a kiedyś nawet próbowałem zbierać monety. Ciekawe, czy nauczyłem się czegoś kolekcjonując inne rzeczy, co mógłbym wykorzystać kolekcjonując meteoryty, szczególnie gdy ceny wciąż rosną?

Odpowiedzi przychodziły powoli. W przypadku grotów byłem zupełnie zadowolony gromadząc mały zbiór składający się z tego, co było dostępne, co mogłem znaleźć na swym polu. Przyjemność sprawiało przede wszystkim samo szukanie, znajdowanie nowych okazów i klasyfikowanie ich, aby dołączyć je do zbioru. Kiedyś próbowałem skompletować zbiór monet. Pierwsze, które kupiłem, były interesujące. Gdy zgromadziłem mniej więcej połowę zbioru, przestały mnie interesować poza tym, że były obiektami, które należało włożyć w puste miejsca.

Meteoryty mogą być fascynujące do kolekcjonowania i pomimo rosnących cen zdarzają się jeszcze prawdziwe okazje. Od najczęstszymi spotykanych L6 do najrzadszych typów wszystkie są „kamieniami z Kosmosu”. Czy pochodzą z pasa planetoid, Księżyca, Marsa czy może nawet komet, wszystkie są ta-

jemniczymi obiektami, które szczególnie fascynują tych z nas, którzy je zbierają. Gdy mam w ręku meteoryt, marzę o podróżach na inne planety, planetoidy i komety. Trzymanie meteorytu, to magiczne uczucie. Polowanie na meteoryty, nie na pustyni Arizony czy australijskich bezdrożach, ale przeszukując oferty i katalogi oraz korzystając z Internetu i telefonu, może być bardzo owocne. Są tam rzadkie, egzotyczne typy, ale są też okazje kupienia tanio. Chcesz mieć cały meteoryt ze świeżą skorupą? Gao, H5, nie jest zły. Jest to chondryt, na który możesz sobie pozwolić. Największą okazją, o ile wiem, jest Allende, CV3. Spadło go tak dużo, że chociaż jest on rzadko spotykanym typem chondrytu węglistego, to można go kupić bez trudu. Kolekcjonerów bardzo to cieszy. Na przeciwnym krańcu widma jest księżycowy meteoryt Haaga sprzedawany (?) po \$200 000 za gram!

O ile E4 jest bardzo rzadki i pożądany przez wszystkich, to o tak zwanych „zwykłych” chondrytach można powiedzieć to samo. Są to najwcześniejsze kawałki materii, jakie utworzyły się w Układzie Słonecznym i najstarsze, jakie możemy trzymać w ręku. Są one naprawdę fascynujące, w istocie równie fascynujące, jak chondryty enstatytowe, czy jeszcze rzadziej spotykane typy. Chondryty E są droższe, bo jest ich mniej, a nie dlatego, że są bardziej interesujące. Ceny odzwierciedlają rzadkość i dostępność. Allende jest znakomitym tego przykładem. Ceny mają niewiele wspólnego z wartością samego meteorytu. Axtell jest chondrytem CV3 tak samo, jak Allende, tylko bardziej zwiędziały, a sprzedawany jest po dziesięciokrotnie wyższej cenie, bo jest go mniej. Tego wszystkiego nie bierze się pod uwagę windując cenę, bo jakiś meteoryt rąbnie w latarnię na rynku w środku nocy, lub zabije czy-



Płytką Allende. Zwróćcie uwagę na inkluzję w środku.

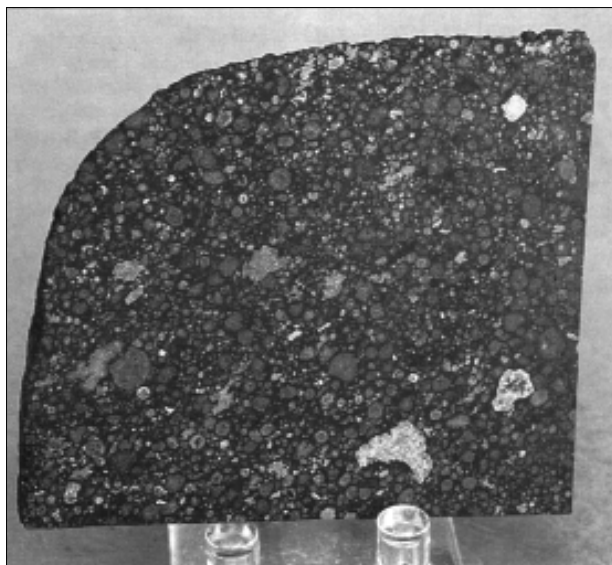
jąś ulubioną papugę (albo rozbije bagażnik czyjegoś samochodu). Nie rozumiem, dlaczego wszystko co odbiega od przeciętności powoduje zaraz wzrost ceny. Z powodu niedawnego zainteresowania marsjańskim meteorytem niektórzy sprzedawcy podnieśli ceny. Prawo podaży i popytu ze sporym dodatkiem tego „co niesie rynek”.

Jeśli uznasz, podobnie jak ja, że chondryty węgliste są interesujące, to jeden CV3 w kolekcji może nie wystarczyć. Następnym krokiem może być Axtell. Potem, powiedzmy, Vigarano, Leoville, Efremovka, Grosnaja. Niewiele jest tych meteorytów. Nie ma jednak lepszego i tańszego niż Allende.

Nie ma obecnie odpowiednika Allende wśród chondrytów enstatytowych. Nie znaczy to, że jutro nie spadnie. Gdyby się tak zdarzyło, obecne E4 wciąż byłyby pożądane przez kolekcjonerów, ponieważ okazów tego rzadkiego typu i tak byłoby niewiele. Warto też pamiętać, że dostępna ilość pewnego meteorytu może być mała, ponieważ mało go spadło, albo może być mało na rynku, a znacznie więcej jest zamknięte w muzeach. W tym drugim przypadku może nagle pojawić się większa ilość, gdy jakiegoś handlarzowi uda się przeprowadzić wymianę. Wszystko to sprawia, że rynek meteorytowy i ceny na nim, są bardzo skomplikowane. Jest z pewnością miejsce na rarytasy, ale musisz być w stanie i chcieć płacić takie ceny. Z drugiej strony, na podstawie mego doświadczenia z monetami, zbieranie tylko po to by wypełnić puste miejsca, nie jest zabawne i nie ma sensu, zwłaszcza na tym rynku.

Po chwili schowałem znaleziony grot do kieszeni i poszedłem zadowolony, że zaczynam dochodzić do ładu z obecną sytuacją w kolekcjonowaniu meteorytów, wciąż szczęśliwy z zakupu E4. Tak, wiem, że ceny rosną. Po 10 latach kolekcjonowania chyba po prostu przyzwyczałem się do nierealnych cen. Jednak tak długo, jak będzie mnie stać i póki będzie mnie cieszyć to, co zdobędę za wydane pieniądze, będę kolekcjonował meteoryty. Jest to fascynujące hobby, któremu towarzyszy fascynująca wiedza.

Jim Phillips jest patologiem pracującym w Charleston, w Południowej Karolinie, w USA.



Piękny Axtell ze wspaniałym polem chondr.

Spytaj geologa

odpowiada Bernhard Spörli

Publikacja z kwartalnika Meteorite! Vol. 3 No. 4.

Copyright © 1997 Pallasite Press

1. Czy Ziemia wciąż stygnie? Jeśli tak, to jak?

Gorąca materia wytwarzana przez wulkany i obszary geotermalne mówi nam, że w tych miejscach znaczne ilości ciepła wydostają się z Ziemi i uciekają do atmosfery. Przynajmniej część tego ciepła ucieka w końcu w Kosmos. Na całej powierzchni Ziemi ciepło dochodzące od Słońca zakrywa wszelkie sygnały świadczące o ucieczce ciepła z wnętrza Ziemi. Ten efekt najłatwiej badać pod ziemią, w otworach wiertniczych i w kopalniach. W ten sposób geofizycy stwierdzili, że przeciętny strumień ciepła wydostający się z Ziemi wynosi około 1 kilowata na hektar. Spadek średniej temperatury Ziemi jest niezwykle mały, około 60 Kelwinów na miliard lat.

Są dwa główne mechanizmy utraty ciepła przez Ziemię. Pierwszy to bezpośrednie przewodnictwo ciepła przez skały, drugi, znacznie ważniejszy mechanizm, to konwekcja. Obejmuje ona wszystkie części Ziemi i polega na unoszeniu się gorącej materii (stopionej lub nie) i opadaniu chłodnej. Jest to znacznie bardziej wydajny sposób transportu ciepła na powierzchnię Ziemi niż przewodnictwo. W najwyższych warstwach Ziemi ciepło jest także transportowane przez wodę krążącą przeważnie w komórkach konwekcyjnych. Największa utrata ciepła zachodzi na styku rozsuwających się płyt tektonicznych.

2. Skoro Ziemia uległa dyferencjacji i żelazo spłynęło do jądra, to dlaczego nietrudno znaleźć żelazo w glebie i piasku?

Odpowiedź zawarta jest w procesach, w wyniku których żelazo trafiło do jądra. Jak zobaczymy, te dość skomplikowane mechanizmy były nie w pełni wydajne i trochę żelaza pozostawiły. Obecne modele powstawania jądra obejmują całkowicie stopioną zewnętrzną warstwę pra-Ziemi (ocean magmy), częściowo stopioną warstwę pośrednią i stałe pierwotne jądro. Świeżo zlepiąca Ziemia była bardzo niejednorodną mieszaniną krzemianów i metalu (w większości żelaza) odziedziczona po zderzających się planetoidach. Istniejący wcześniej metal stopił się, gdy powstał ocean magmy, i zaczął wsiąkać ku środkowi Ziemi stając się głównym składnikiem powstającego jądra. Jednak krzemiany, które pozostały na wyższych poziomach, także zawierały różne ilości żelaza, które było w chemicznej i dynamicznej równowadze z otoczeniem i w większości pozostało. W stałej części Ziemi to żelazo było obecne w postaci tlenków, albo w sieci krystalicznej minerałów krzemianowych, takich jak biotyt, diopsyd, hipersten, kordieryt i egiryn. Gdy utworzyło się gęste jądro, to pierwotne jądro o mniejszej gęstości stało się niestabilne grawitacyjnie i jego materia została uniesiona w górę dodając także zawarte w niej żelazo do płaszcza. Po utworzeniu się jądra duże fragmenty planetoid nadal spadały od czasu do czasu także dodając zawarte w nich żelazo do górnych warstw Ziemi. Ponadto częściowe topnienie i konwekcja, ruch płyt tektonicznych i wypłukiwanie przez wodę uruchamiały trochę żelaza będącego poza jądrem i pozwalały mu wydostawać się na powierzchnię samemu lub z zawierającą go skałą. Jeśli znajdujemy go dziś na powierzchni przy pomocy magnesu, to najczęściej ma ono postać tlenku, magnetytu.

3. Co to jest szkliwo diaplektyczne?

Słowo „diaplektyczny” wywodzi się ze starożytnej Grecji i oznacza „zniszczony przez bicie”. Określenie to stosuje się do substancji wyglądającej jak szkło, która tworzy się, gdy przez skałę przechodzi fala uderzeniowa. Struktura diaplektyczna powstaje bez stopienia materii i jest stanem pośrednim między strukturalnie uporządkowanym kryształem, a nieuporządkowanym szkłem.

Session Report

Paolo Farinella

Piza, 10–11 marca 1997 roku

Uczestniczyli: J.A. Burns, P. Farinella, B. Gladman, P. Michel, A. Morbidelli.

Wszyscy zgodzili się, że jest to szczegól na pora na badanie sposobu dostarczania meteoroidów i dynamiki planetoid przelatujących blisko Ziemi, ponieważ po raz pierwszy możliwe jest przeprowadzenie obliczeń numerycznych dla tysięcy próbnych cząstek (niezbędnych, aby sporządzić statystykę tych silnie chaotycznych orbit) obejmujących przedział czasu kilkudziesięciu milionów lat (porównywalny z dynamicznym i zderzeniowym czasem życia).

Nowy wynik, który wywarł największe wrażenie — bardzo ładnie pokazany w publikacji dostarczonej do „Science” przez Gladmana i współpracowników — to stwierdzenie, że mechanizmy rezonansowe zwiększające mimośród (przy niemal stałej półosi wielkiej 2,5 j.a. dla rezonansu 3:1 i około 2,1 j.a. dla rezonansu ν_6 przy nachyleniu mniejszym niż 10 stopni) są znacznie silniejsze i szybsze niż sądzono dotychczas. Oba rezonanse wysyłają większość cząstek znajdujących się w ich pobliżu w kierunku Słońca z czasem połowicznego istnienia 2 — 3 miliony lat. W zewnętrznej części pasa podobną rolę odgrywa rezonans 5:2, który wysyła cząstki do Jowisza w czasie krótszym niż 1 milion lat. Ten wynik pokazuje, że dostarczanie meteoroidów z głównego pasa na orbity przecinające ziemską jest bardziej wydajne niż uważano wcześniej, ale stawia przed nami co najmniej dwa nowe, trudne problemy:

(1) Wiek ekspozycji meteoroidów na promieniowanie kosmiczne wynosi przeciętnie dziesiątki (dla kamiennych) i setki (dla żelaznych) milionów lat, tak że te meteoroidy nie mogą być wyrzucane bezpośrednio w obszar rezonansów 3:1 lub ν_6 jako metrowej wielkości lub mniejsze obiekty powstałe wskutek zderzeń większych ciał (model tradycyjny), lecz muszą przebywać przez stosunkowo długi czas w pasie zanim „wpadną” do rezonansów.

(2) Skąd przybywają duże (powiedzmy o średnicach rzędu 10 km i większych) planetoidy przelatujące blisko Ziemi? Musiały one powstać w wyniku zderzeń o dużej energii (być może tworzących rodziny) w głównym pasie, ale jak potem mogły przetrwać setki milionów lat? Bardziej ogólnie, większość planetoid przelatujących blisko Ziemi znajduje się obecnie na orbitach „pasa wolnego ruchu” ewoluujących w skali czasowej rzędu 10 milionów lat i nie jest jasne, czy Ziemia lub Wenus mogą „wyciągnąć” z rezonansów „pasa szybkiego ruchu” wystarczającą liczbę ciał, zanim spadną one na Słońce, które mogłyby potem przetrwać setki milionów lat. Aby rozwiązać te problemy potrzebujemy pewnych mechanizmów „spowalniania” dynamicznej ewolucji fragmentów planetoid. Zauważono kilka możliwości:

(I) Siła niegrawitacyjna Yarkovsky’ego: mechanizm ten może powodować powolne (0,001 – 0,01 j.a./Ma) zmniejszanie się wielkiej półosi dla ciał o wielkościach od 10 cm do 10 m, tak że meteoroidy takie mogą skończyć

w rezonansach długo po wyrzuceniu ich z ciał dużo większych niż 1 m, w których były osłonięte przed promieniowaniem kosmicznym. To wyjaśnienie wydaje się szczególnie atrakcyjne w przypadku meteoroidów żelaznych, które ze względu na ich znacznie dłuższe zderzeniowe czasy życia, mogą dryfować dalej niż meteoroidy kamienne. Nie ma ono jednak zastosowania do planetoid przelatujących blisko Ziemi.

(II) Kaskady zderzeniowe: fragmenty wielkości decymetrów i metrów kończące w rezonansach mogą być końcowymi produktami kaskady zdarzeń fragmentacji, z których każde zmieniało w sposób przypadkowy właściwości orbitę, aż został osiągnięty obszar rezonansu. Pewne dowody wspierające ten scenariusz pochodzą ze „złożonych” historii ekspozycji na promieniowanie kosmiczne niektórych meteoroidów, zwłaszcza żelaznych, ale ponieważ prędkości wyrzucania małych fragmentów są z reguły małe (ok. 10 m/s) i przypadkowo zorientowane, ten mechanizm wydaje się niezbyt wydajny.

(III) Dynamiczna dyfuzja: blisko brzegów silnych rezonansów wspomnianych wyżej lub wewnątrz niektórych słabszych (np. 7:3, 8:3, 9:4) ciała mogą „stać na krawędzi” przez 10–100 milionów lat, zanim szybko wpadną. Nie jest jednak jasne, czy ten proces może zapewnić wystarczający dopływ materii.

(IV) Oddziaływanie Marsa z rezonansem ν_6 : Mars jest zbyt mały, aby nieustannie wyciągać cząstki z rezonansów i kierować je ku Ziemi, ale może współdziałać z rezonansem ν_6 w dwojaki sposób: może wypychać w głąb rezonansu cząstki znajdujące się na jego skraju, jeśli wzrost ich mimośrodu doprowadza do tego, że przy maksymalnym mimośrodku przecinają one orbitę Marsa w pobliżu peryhelium; albo niektóre cząstki mogą być przechowywane na orbitach prawie przecinających marsjańską (np. w obszarze Hungarii) daleko od rezonansu, przez bardzo długi czas, zanim zostaną wchłonięte do rezonansu w wyniku spotkania z Marsem. Znowu nie jest jeszcze jasne, czy te drogi ewolucyjne zdarzają się dostatecznie często.

Dyskutowaliśmy o tym, co dokładnie oznacza „ciało macierzyste meteoroidu” i zgodziliśmy się, że określenie to dotyczy pierwotnej (akrecyjnej) planetoidy, z której pochodzą obecne fragmenty, po przejściu być może przez szereg niszczących zderzeń. Jest jednak także możliwe, że główne typy meteoroidów (np. chondryty typu H, L i LL) reprezentują tylko pewne, różniące się składem chemicznym i izotopowym strefy pierwotnego pasa planetoid, a nie skończone, pojedyncze „ciała macierzyste”. Jest to jednak wciąż kwestia dyskusyjna: B. Gladman zebrał opinie wielu znanych meteoroidologów, geochemików i naukowców zajmujących się planetoidami i uzyskał bardzo różne odpowiedzi. P. Farinella twierdzi, że istnieją silne dowody, że niemal wszystkie chondryty typu H pochodzą od planetoidy 6 Hebe, oraz że chondryty typu L pochodzą z rozbitego ciała, które dało początek jednej z większych rodzin planetoid głównego pasa (być może rodzinie Flory); meteoroidy żelazne mogą pochodzić ze znacznie większej liczby różnych ciał, dlatego że mogą dryfować dłużej w wyniku mechanizmu Yarkovsky’ego. Pozostaje wypracować kompletny model wykorzystując nowe rozumienie dynamiczne, który w pełni wyjaśni dostępne dane.

Dipartimento di Matematica
Università di Pisa
Via Buonarroti 2
56127 Pisa
WŁOCHY

Informacja prasowa przygotowana przez Wydział Geofizyki Instytutu Nielsa Bohra Uniwersytetu Kopenhaskiego

Ogromny meteoroid uderzył prawdopodobnie w Ziemię w południowej Grenlandii, na szerokości geograficznej północnej 61 25 i długości zachodniej 44 26, we wtorek, 9 grudnia 1997 roku, około 8.11 UTC (5.11 czasu miejscowego). Miejsce to znajduje się na lodowej pokrywzie około 50 kilometrów na północny wschód od portu lotniczego Narsarsuaq. Pozycja ta została wyznaczona na podstawie obserwacji wykonanych z duńskiego i norweskiego trawlera u wschodnich wybrzeży Grenlandii i z duńskiego trawlera znajdującego się w zatoce opodal Julianehaab. Opierając się na dość dokładnie określonych kierunkach i faktach, że trawlerzy znajdowali się po obu stronach południowej Grenlandii, można stwierdzić, że meteoroid spadł na ląd. Obserwacje z Nuuk wskazują, że meteoroid przeleciał nieco na południe od Nuuk w kierunku południowo-wschodnim ku wspomnianemu miejscu uderzenia w południowej Grenlandii.

Wstrząsy sejsmiczne zaobserwowano na Szpicbergenie i w Finmarku (Norwegia). Wystąpiły one o 8.21 UTC i 8.23 UTC i przypuszczają się, że są związane z uderzeniem, lub przejściem meteoroidu przez atmosferę. Te sygnały nie pozwalają na sejsmiczną lokalizację zjawiska. Obserwacje te zostały zrobione przez NORSAR (Norweska Sieć Sejsmiczną) w Kjeller w Norwegii. Słabsze sygnały zaobserwowano w Finlandii i Niemczech. Stacje sejsmiczne na Grenlandii (Sonder Stromfjord i Danmarkshavn) nie mają żadnych obserwacji. Dalsze dane sejsmiczne będą zebrane z Islandii i Kanady, aby potwierdzić wizualną lokalizację. Planuje się obserwacje z satelitów ERS1 i ERS2. Satelity te obserwują powierzchnię Ziemi przy pomocy radaru.

Błyski światła towarzyszące meteoroidowi były tak jasne, że zmieniły noc w dzień w odległości 100 kilometrów i mogą być porównywalne z jasnością eksplozji jądrowej w atmosferze. Podkreślamy jednak, że nie ma powodu uważać, że nie było to naturalne zjawisko. W ciągu dnia nad przypuszczalną pozycją przeleciał samolot obserwujący ruch lodów z Centrum Lodowego w Narsarsuaq wykonujący planowy lot z Kap Farvel do Nuuk.

Pod względem rozmiaru zjawisko to można prawdopodobnie porównać z meteoroidem Cape York, który spadł w prehistorycznych czasach w Sassivik nad zatoką Melville, na południe od Thule. Znalezione wiele okazów tego meteoroidu żelaznego, w sumie 50 ton. Jedną z tych brył żelaza można zobaczyć w Kopenhadze przed Muzeum Geologicznym.

Zebranie i zbadanie materii tego meteoroidu ma wielkie znaczenie naukowe. Na szczęście meteoroid spadł na ląd, ale poszukiwania na pokrywie lodowej są trudne, a zimą dodatkowo utrudnione przez złą pogodę i ciemności. Od 9 grudnia spadło na ten teren 30 do 100 centymetrów śniegu i do lata mniejsze okazy będą przykryte trzymetrową warstwą śniegu.