KWARTALNIK MIŁOŚNIKÓW METEORYTÓW

METEORYT

Nr 3 (63) Wrzesień 2007 ISSN 1642-588X

W numerze:

- wywiad z kustoszem watykańskiej kolekcji c.d.
- cząstki ze Stardusta a meteorytry
- trawienie meteorytów
- utwory spływania na Sikhote-Alinach
- pseudometeoryty
- konferencja w Tucson

METEORYT

kwartalnik dla miłośników meteorytów

Wydawca:

Olsztyńskie Planetarium
i Obserwatorium Astronomiczne
Al. Piłsudskiego 38
10-450 Olsztyn

tel. (0-89) 533 4951

opioa@planetarium.olsztyn.pl

konto:

88 1540 1072 2001 5000 3724 0002
BOŚ SA O/Olsztyn

Kwartalnik jest dostępny głównie w prenumeracie. Roczna prenumerata wynosi w 2007 roku 44 zł. Zainteresowanych prosimy o wpłacenie tej kwoty na konto wydawcy nie zapominając o podaniu czytelnego imienia, nazwiska i adresu do wysyłki. Wydawca dysponuje także numerami archiwalnymi.

Większość publikowanych artykułów jest tłumaczona z kwartalnika METEORITE za zgodą jego wydawcy, który zachowuje prawa do tych artykułów.

Redaguje i tłumaczy większość tekstów:

Andrzej S. Pilski
skr. poczt. 6
14-530 Frombork
tel. 0-604-178-072

aspmet@wp.pl

Skład: Jacek Drążkowski

Druk: Jan, Lidzbark Warmiński

Od redaktora:

Opóźnieniami w wydawaniu kolejnych numerów zaczynamy dorównywać „Meteorite", którego sierpniowy numer otrzymałem w październiku. Tym razem główną przyczyną były kłopoty z moim komputerem, ale w końcowej fazie redagowania okazało się także, że brak materiału. Musiałem więc poczekać na mocno opóźniony „Meteorite", z którego dorzuciłem dwa teksty.

Przeskok o jeden numer niezupełnie się udał, a zapowiedzią dalszych kłopotów jest miły skądinąd fakt, że przepływ materiałów zaczął być dwukierunkowy. W najnowszym numerze „Meteorite" ukazał się artykuł Marcina Cimały o Moss z „Meteorytu" 3/2006, a w kolejnym numerze zapowiedziany jest artykuł o Morasku z „Meteorytu" 4/2006. W rezultacie jednak będzie mniej materiału do tłumaczenia i trzeba postarać się o dalsze własne teksty. Czy może ktoś chciałby coś napisać?

Z przyjemnością odnotowuję, że nabierają tempa przygotowania do kolejnej konferencji meteorytowej, która planowana jest na 18—20 kwietnia 2008 r. we Wrocławiu. Powstał prężnie działający komitet organizacyjny pod przewodnictwem dr. hab. Tadeusza Przylibskiego i zapowiada się, że konferencja będzie godnym uwagi wydarzeniem. Namawiam do przygotowywania interesujących referatów (siebie też).

Miałem duże wątpliwości, czy tłumaczyć zamieszczony w poprzednim numerze artykuł o meteorytach Namibii, ponieważ był słabo napisany, a ponadto zupełnie nie zgadzałem się z tezami autora. Zadecydowała tematyka, rzadko poruszana, a interesująca kolekcjonerów. Z satysfakcją znalazłem jednak w najnowszym numerze „Meteorite" krytyczne uwagi do tego artykułu napisane przez południowoafrykańskiego kolekcjonera, z którymi całkowicie się zgadzam i poddaję pod rozwagę. Temat jest tym bardziej istotny, że podobne problemy znamy niestety z doświadczenia w naszym kraju.

International Meteorite Collectors Association ma zwyczaj wybierania co roku 1/3 zarządu. W tym roku było ciekawie, bo minęła kadencja prezesa i wiceprezesa, ale bez problemów zostali wybrani ponownie. Później jednak postanowili zamienić się miejscami. Obecnie prezesem jest Norbert Classen, znany czytelnikom z artykułów o meteorytach marsjańskich i księżycowych, a wiceprezesem Anne Black. Siedząc w komisji skrutacyjnej zauważyłem, że większość polskich członków IMCA (na liście do głosowania było ich 6) zignorowała głosowanie. Jak widać, bierność członków nie jest tylko specyfiką PTM. Niezbyt to pocieszające.

Andrzej S. Pilski

Zapraszamy na stronę
Polskiego Serwisu Meteorytowego
http://jba1.republika.pl

METEORITE

THE INTERNATIONAL QUARTERLY OF METEORITES AND METEORITE SCIENCE

Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, University of Arkansas, 202 Old Museum Building, Fayetteville, Arkansas 72701, USA

Email:metpub@uark.edu, http://meteoritemag.uark.edu

Meteorite is available only by subscription, for US$35 per year. Overseas airmail delivery is available for an additional US$12 per year.

Zdjęcia na okładce:

Uczestnicy IX Pikniku Meteorytowego pod budynkiem nowego 65-cm teleskopu we Fromborku. Fot. Jarosław Bandurowski. Wyżej: widok ogólny miejsca organizacji Pikniku z muzealnymi gablotami na pierwszym planie. Fot. Jacek Drążkowski.

NOWINY

(z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 2. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Sonda ujawnia morza na księżycu Saturna

Paul Rincon, Dziennikarz naukowy, BBC News, Houston

Sonda Cassini z NASA znalazła dowody istnienia mórz, prawdopodobnie wypełnionych ciekłymi węglowodorami, na wysokich szerokościach północnej półkuli księżyca Saturna, Tytana.

Ciemne utwory, wykryte przez radar sondy, są znacznie większe niż jakiekolwiek jezioro wykryte już na Tytanie. Największy ma około 100000 kilometrów kwadratowych — jest większy niż Jezioro Górne w Ameryce Północnej. Pokrywa większą część powierzchni Tytana niż część Ziemi zajęta przez Morze Czarne.

Morze Czarne jest największym morzem wewnątrzlądowym na Ziemi i pokrywa około 0,085% powierzchni naszej planety.

Ten nowo zaobserwowany obiekt na Tytanie pokrywa przynajmniej 0,12% powierzchni całego globu. Członkowie zespołu sondy twierdzą, że to uzasadnia nazwanie tego obiektu morzem. Ponieważ radar Cassiniego uchwycił tylko część każdego z nowych utworów, znane są tylko minimalne ich rozmiary.

Szczegóły zaprezentowano na 38. Konferencji Nauki o Księżycu i Planetach w Houston w Teksasie.

Tytan jest drugim największym księżycem w Układzie Słonecznym; tylko księżyc Jowisza Ganimedes jest większy.

Chociaż nie ma ostatecznego dowodu, że te morza zawierają ciecz, to ich kształt, ciemny obraz w radarze wskazujący na gładką powierzchnię, oraz inne właściwości wskazują na obecność cieczy. Jest to prawdopodobnie kombinacja metanu i etanu, na co wskazują warunki na Tytanie i duża ilość gazu i obłoków metanu i etanu w atmosferze Tytana.

„Carl Sagan [astronom] powiedział, że Tytan musi być pokryty oceanami, i że to one zaopatrują atmosferę w metan," przypomniał Charles Wood, szef badań kosmicznych na University of North Dakota, US. Jednak ta wizja oceanów węglowodorów musiała zostać odrzucona, gdy sonda Cassini zajrzała przez organiczną mgłę Tytana i znalazła chaotyczną, aktywną geologicznie powierzchnię, ale bez dużych zbiorników cieczy.

Fot. 1. Radarowy obraz z sondy Cassini (z lewej) ukazuje, że jedno z mórz na Tytanie jest większe niż Jezioro Górne (z prawej).

Ostatnio orbiter zaczął wykrywać podobne do jezior utwory w północnych regionach Tytana.

„Są one ograniczone do szerokości około 65 stopni," powiedział Charles Wood, dodając jednak, że kanały przypominające rzeki widać na Tytanie wszędzie.

Odkrycie tych jeszcze większych utworów może stanowić rozwiązanie problemu uzupełniania metanu w atmosferze.

Po dokonaniu tych odkryć członkowie zespołu sondy planują zmienić ustawienie radaru orbitera podczas majowego przelotu, tak aby mógł przejść bezpośrednio ponad dużymi, ciemnymi utworami ukazanymi przez kamery.

Misja Cassini-Huygens jest wspólnym projektem Agencji Kosmicznej Stanów Zjednoczonych (NASA), Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) i Włoskiej Agencji Kosmicznej (ASI).

Paul.Rincon-INTERNET@bbc.co.uk

Kamera OSIRIS na sondzie Rosetta uzyskuje krzywą jasności planetoidy Steins

Europejska Agencja Kosmiczna, 20 marca 2007

Już na samym początku obserwacji planetoidy 2867-Steins, będącej celem wyprawy sondy Rosetta, znajdująca się na jej pokładzie kamera OSIRIS uzyskała w marcu 2006 roku najdokładniejszą krzywą jasności tej planetoidy z dotychczas uzyskanych. Kamera obserwowała planetoidę z odległości 159 milionów kilometrów i stamtąd uzyskała obrazy i ważne dane dotyczące jej charakterystycznych cech.

Chociaż wysłana przez ESA sonda Rosetta jest wciąż daleko od komety 67P/Churyumov-Gerasimenko, będącej jej ostatecznym celem, a także od pośrednich celów 2867-Steins i 21-Lutetia, naukowcy zaczęli już zbierać wstępne dane na temat tych dwóch mało zbadanych planetoid. Powiększenie wiedzy o właściwościach tych dwóch planetoid (jak rozmiary i okres obrotu) ma zasadnicze znaczenie dla zaplanowania kampanii obserwacyjnej tych planetoid odpowiednio we wrześniu 2008 roku i w lipcu 2010 roku.

„Lutetia była obserwowana przez Rosettę 2 i 3 stycznia 2007 roku, a Steins była już obserwowana podczas dwudziestoczterogodzinnej kampanii obserwacyjnej 11 marca 2006 roku. Celem obu obserwacji było wstępne scharakteryzowanie kierunku rotacji planetoidy. Można to zrobić analizując tak zwane krzywe jasności planetoidy uzyskane z różnych miejsc. Analizując, jak światło wysyłane przez badany obiekt zmienia jasność dla różnych obserwatorów, można wywnioskować, w jakim kierunku obraca się obiekt," wyjaśnia Michael Küppers z Instytutu Maxa Plancka do badania Układu Słonecznego. Do tego ambitnego celu przygotowano, znajdujący się na pokładzie Rosetty, system zdalnego uzyskiwania obrazu optycznego, widmowego i w podczerwieni (Optical, Spectroscopic, and Infrared Remote Imaging System — OSIRIS). Podczas swej międzyplanetarnej podróży dostarczył on obserwowaną geometrię Steins, której nie można uzyskać z Ziemi.

Chociaż jasność planetoidy Steins podczas pomiarów była porównywalna z jasnością świecy widzianej z odległości około 2000 kilometrów, kamera OSIRIS była w stanie zmierzyć zmiany jasności planetoidy z dokładnością poniżej dwóch procent jej całkowitej jasności.

Obserwacje te pokazują, że Steins obraca się z okresem nieco większym niż sześć godzin, co zgadza się z wcześniejszymi obserwacjami naziemnymi. Asymetria krzywej jasności sugeruje nieregularny kształt. Kamera OSIRIS nie znalazła jednak żadnych dowodów na „koziołkowanie" planetoidy ani na obecność jej księżyca. Trwa praca nad określeniem orientacji osi obrotu Steins na podstawie połączonych obserwacji z OSIRIS i danych naziemnych.

Zasadniczo planetoidy są pierwotnymi składnikami Układu Słonecznego krążącymi wokół Słońca od tysięcy milionów lat. Dla naukowców te nieduże, skalne bryły są czymś więcej niż tylko głazami. Planetoidy, tak samo jak komety, zawierają ważne informacje o powstawaniu Układu Słonecznego, którego lepsze poznanie jest jednym z głównych celów Rosetty. Sonda zbierze cenne dane przelatując blisko tych pierwotnych skał.

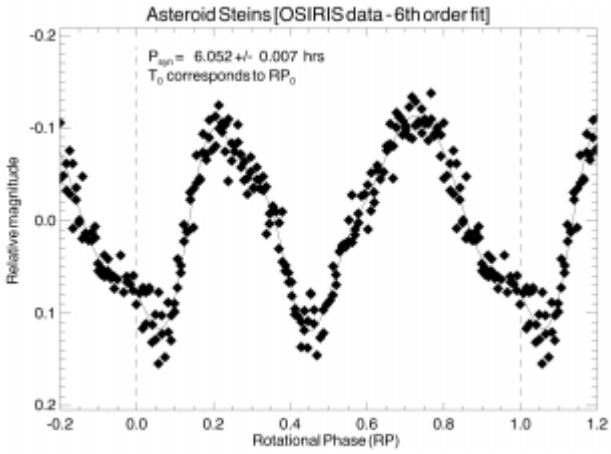
Przyrządy Rosetty dostarczą informacji o masie i gęstości planetoid, mówiąc nam w ten sposób więcej o ich składzie. Zmierzą także ich podpowierzchniową temperaturę i poszukają gazu i pyłu wokół nich.

Rosetta odwiedzi planetoidę 2867-Steins 5 września 2008 roku przelatując w odległości niewiele ponad 1700 kilometrów. To spotkanie odbędzie się przy stosunkowo niedużej prędkości około 9 kilometrów na sekundę podczas pierwszego wejścia Rosetty w pas planetoid. 10 lipca 2010 roku Rosetta złoży swą drugą wizytę planetoidzie 21-Lutetia, przelatując około 3000 kilometrów od niej z prędkością około 15 kilometrów na sekundę.

Ten artykuł bazuje na pracy M. Küppersa i innych „Determination of the light curve of the Rosetta target asteroid (2867) Steins by the OSIRIS cameras onboard Rosetta," opublikowanej w: Astronomy & Astrophysics, Vol. 462-1 (January IV 2007, A&A 462, p. L13).

Aby uzyskać więcej informacji:

Michael Küppers, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung
Email: kueppers@mps.mpg.de



Fot. 2. Zmiany jasności planetoidy mierzone nieprzerwanie przez jeden dzień. Maksimum krzywej jasności jest około 23 procent jaśniejsze niż minimum. Fot: Stefano Mottola (DLR), zespół OSIRIS

Fot. 1. Cztery zdjęcia planetoidy (2867) Steins zrobione wąskokątną kamerą OSIRIS. Drugie, trzecie i czwarte zdjęcie, licząc od dołu do góry, było zrobione odpowiednio 5, 10 i 15 godzin po pierwszym zdjęciu. Przez cały czas trwania obserwacji Steins pozostawała wewnątrz kółeczka demonstrując doskonałą zdolność śledzenia Rosetty. Fot: ESA ©2006 MPS dla zespołu OSIRIS MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA.

Uwe Keller, główny badacz OSIRIS, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung
Email: KELLER@linmpi.mpg.de

Rita Schulz, naukowiec z projektu ESA Rosetta
Email: rita.schulz@esa.int

Gerhard Schwehm, szef misji ESA Rosetta
Email: gerhard.schwehm@esa.int

[UWAGA: Zdjęcia i linki dotyczące tej publikacji są dostępne na:
http://www.esa.int/esaCP/SEMCC2R08ZE_index_1.html]

Dr Guy J. Consolmagno: Kustosz Watykańskiej Kolekcji Meteorytów

Część II

Wywiad przeprowadził Larry A. Lebofsky

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 2. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Od redaktora: To jest druga część wywiadu, który rozpoczął się w poprzednim numerze.

GJC: Teraz piąte pytanie, którego nikt nie myśli zadawać: „Co bycie Jezuitą dodaje do nauki, którą się zajmuję?"

LAL: To ciekawe, ponieważ dla mnie jest to niemal oczywiste pytanie, ale dlatego, że znamy się ponad 30 lat.

GJC: Na ile zmieniłem się jako naukowiec teraz, kiedy jestem Jezuitą, w porównaniu z tym, co było przedtem? Obawiam się pytać kogoś, kto zna mnie od 30 lat, na ile jestem inny jako osoba. Mam nadzieję, że nie jestem tym samym idiotą, jakim byłem 20 lat temu; mam nadzieję, że jestem innym idiotą.

LAL: Tak, innym idiotą, inną osobą.

GJC: Część tej inności, to to, że jestem po prostu starszy o 20 lat. Część tego, to fakt, że nie czuję ciśnienia troski, skąd zdobyć następny grant i mogę być o wiele bardziej zrelaksowany. Mogę być o wiele mniej agresywny. Mogę być o wiele bardziej wyrozumiały. Na tej konferencji [Lunar and Planetary Science Conference, Houston, Texas] spotkałem dwóch ludzi, o których nie wiedziałem, którzy zajmują się pomiarami gęstości meteorytów. Dwie różne grupy. Wykorzystują oni pracę, którą opublikowaliśmy. Gdybym był świeżo upieczonym magistrem czy doktorem, gdybym walczył o pieniądze z grantu, patrzyłbym na nich jak na konkurentów. I zrobiłbym co bym mógł, by pokazać im, że **moje pomiary są lepsze niż ich**.

Teraz po prostu im pogratulowałem; widzę ich jako dowód, że to co robię, ma znaczenie dla tej dziedziny i zamiast widzieć w nich rywali, jestem z nimi i zamierzam im pomóc, na ile potrafię. A jeśli uda im się znaleźć sposób, który będzie lepszy od mojego, będę się cieszył. Ponieważ nie jestem już zainteresowany pokazywaniem światu, że Guy Consolmagno jest najwybitniejszym naukowcem na świecie, zatrudnijcie mnie. Bardziej jestem zainteresowany dostrzeganiem, że te meteoryty są naprawdę interesujące, odkryjmy co się w rzeczywistości dzieje, a nie żeby moja teoria przebiła twoją teorię.

To jest jedna rzecz, która się zmieniła. Inna rzeczą jest to, że jako Jezuita spędziłem dwa lata studiując filozofię i teologię. To jest ciekawe. Tak samo jak lubię mieć do czynienia z realnymi skałami i uczyłem się matematyki, ale ta matematyka była trudna do przebrnięcia — uczyłem się jej tylko dlatego, że pomagała mi uczyć się fizyki. Podobnie uczyłem się filozofii, ale ta filozofia też była trudna do przebrnięcia, ponieważ jest bardzo nieuchwytna, trudno to wziąć do ręki. Naprawdę znacznie bardziej lubię teologię, ponieważ pod koniec dnia można wrócić i powiedzieć, „Boże, czy to naprawdę Ty?" A jeśli to nie to, to mam sposób poprawienia i testowania, odrzucenia kawałka teologii i spróbowania zamiast niego innego fragmentu.

Jedną z zalet znajomości filozofii jest jednak to, że dała mi ona narzędzie, by z pewnego dystansu obserwować, co ja robię w nauce i obserwować ludzi na tej konferencji w dowolnej grupie naukowej. Nie tylko wyniki ich pracy naukowej, ale jak oni to robią. Istnieje cała dziedzina filozofii nauki i jest fascynujące uświadamianie sobie, jak różne rzeczy, które robią naukowcy, pasują lub nie pasują do teorii filozoficznych. Jednym z naprawdę ważnych spostrzeżeń, które pojawiło się w dwudziestym wieku, jest to, że nauka jest nie tylko racjonalna, matematyczna — dasz mi obserwacje, to dam ci logiczne wnioski. Jedną z rzeczy, które wiemy, jest to, że nasza logika jest nieścisła. Gdybyśmy tego nie wiedzieli, nie spędzalibyśmy czasu testując ją przy pomocy doświadczeń. Jesteśmy jednak tak przekonani, że nasza logika jest nieścisła, że polegamy na doświadczeniu i przedkładamy doświadczenie ponad logikę, ponieważ nasze doświadczenie pokazało nam, że nasza logika może być nieścisła, że nie możemy myśleć o wszystkim.

Drugie jest to, że tak wiele z postępu nauki zależy od ludzkich wzajemnych relacji między naukowcami. Jeśli wyprzedzasz swój czas o 30 lat, czyli jesteś 30 lat dalej niż cała reszta danej dziedziny, to jako naukowiec jesteś bezużyteczny! Dlatego, że nie możesz wnieść swego wkładu do reszty dziedziny i równie dobrze mógłbyś nie robić nic.

LAL: Pokazano to już niejednokrotnie.

GJC: Jeśli wyprzedzasz innych o sześć miesięcy, to jest dobrze, bo wtedy ludzie mogą starać się ciebie doścignąć. Jeśli widzisz kogoś, kto jest o sześć miesięcy dalej, to jest dobrze, bo możesz starać się go dogonić. Zależy to jednak tak bardzo od tych osobistych wzajemnych kontaktów. Pomimo powszechnej opinii o naukowcach, że świata spoza książek nie widzą, jesteśmy najbardziej towarzyskimi ludźmi. Nie widzisz, aby muzycy… pracowali razem tak jak widzisz naukowców pracujących razem. Nawet gdy są oni w orkiestrze, to wciąż rywalizują. A tym bardziej nie widzisz, aby filozofowie, pisarze, artyści pracowali wspólnie w zespołach, tak jak widzisz, że pracują razem naukowcy. Powiedziałbym, że najbliżej byłby dobry zespół teatralny. Jednym z moich hobby, gdy byłem po doktoracie, była praca w teatrze, i to był wspaniały trening przed byciem naukowcem.

GJC: Oto inne pytanie, którego nikt mi nie zadaje, pytanie numer sześć: „Jeśli musiałbym powiedzieć dziecku ze szkoły średniej, które chce zostać naukowcem, geologiem, meteorologiem, astronomem, czego powinno się uczyć?" Dla mnie najważniejszymi przedmiotami w szkole średniej było przemawianie, pisanie i sztuka. Ponie-

waż najważniejszą rzeczą, jakiej możesz się nauczyć w szkole średniej, jest jak prezentować twoje pomysły. Ponieważ to jest rodzaj aktywności społecznej; być zdolnym coś zakomunikować jest fundamentalnym aspektem i to jest coś, czego najlepiej nauczysz się, gdy jesteś młodszy, gdy masz 14, 15, czy 16 lat. Matematyka i nauka, możesz sięgnąć po to w wieku 18, 19, 20 lat i w gruncie rzeczy lepiej poczekać, niż nauczyć się źle i musieć uczyć się na nowo, gdy pójdziesz do college'u. Natomiast te społeczne rzeczy; bycie zdolnym do zakomunikowania swoich pomysłów, do stanięcia przed grupą ludzi nie denerwując się, to jest to, co jest ważne.

LAL: To jest jedna rzecz, której nauczyliśmy się z Nancy przez 15 lat zajmowania się popularyzacją wiedzy: ważna jest umiejętność porozumienia się. Po pierwsze chodzi o przekazanie kolegom naukowcom, tu jest matematyka, a tu jest nauka w tym, czym się zajmuję. Czymś zupełnie innym jest przekazywanie tego absolwentom; zupełnie inaczej przekazuje się to studentom, którzy zamierzają zajmować się nauką, a całkiem inaczej tym studentom, którzy nie będą zajmować się nauką, a jeszcze inaczej przekazuje się to nauczycielom i dzieciom.

GJC: Najtrudniej jest z nauczycielami. Gdy uczyłem w Lafayette College, stwierdziłem, że lubię uczyć studentów kierunku edukacyjnego. Byli to najmilsi ludzie pod słońcem i pracowali naprawdę ciężko, ale strasznie często się zdarzało, że nie mogłem do nich dotrzeć, bo ich umysł pracował inaczej niż mój. A numer jeden, podstawowa rzecz w komunikowaniu się, pierwsza rzecz, jaką robisz, to słuchanie. Uzmysłowienie sobie, czego oni nie wiedzą, a co wiedzą, że nie wiedzą. Gdzie jest ten haczyk, którym można ich przyciągnąć? Nie można tego zrobić mówiąc do nich. Trzeba słuchać. A czasem — tego właśnie nauczyłem się w Korpusie Pokoju — przypomina to wkraczanie do obcego kraju, obcej kultury, gdzie ledwie znasz język, musisz nauczyć się, jak odbierać niewerbalne sygnały, które mogą być inne, niż oczekujesz, szczególnie dla takich moli książkowych, jak my, którzy trafili, wiesz, na Politechnikę Kujonów. Trzeba uświadomić sobie, że jest zupełnie inna kultura, która porozumiewa się w inny sposób niż my.

Zacząłem jako dziennikarz i znów wracamy do komunikowania się.

LAL: Tak, napisałeś parę książek.

GJC: Napisałem książki, udzielałem wywiadów, ale tak czy owak zajmuję się nauką. Najważniejszą rzeczą jest być w stanie ją zakomunikować. Dlatego naprawdę nigdy nie porzuciłem dziennikarstwa.

LAL: Są bardzo różne grupy, do których mówisz, bo jesteś i naukowcem i Jezuitą.

GJC: Rocznie mam rzędu 40 czy 50 prelekcji. W drodze jestem około sześciu miesięcy w roku. Jest to jeden z powodów, dla których ślubowałem celibat. W taki sposób nikt nie może stworzyć rodziny! Jest to także fascynujące, ponieważ jedną z rzeczy, o których myślisz, że mam z nimi do czynienia (a mam znacznie mniej niż sam bym się spodziewał), jest kwestia stosunku nauki i religii. Jest tak dlatego, że większość ludzi z naszych kręgów, którzy patrzą na kwestię stosunku nauki i religii z punktu widzenia naukowca, szuka logicznych punktów sporu, które można by zaatakować logicznie. Problem jednak leży głębiej. Problemem jest brak zaufania wśród religijnych ludzi, którzy nie znają nauki. Nie ufają oni naukowcom. Gdy zobaczysz, z jakimi naukowcami mieli oni kiedykolwiek do czynienia, to zrozumiesz ich brak zaufania. Dla nich naukowcami są ludzie typu Carla Sagana czy Stephena Hawkinga, którzy akurat przypadkiem są zaciekle antyreligijni, w przeciwieństwie do … większości naukowców [którzy] nie są zaciekle antyreligijni. W istocie prawdopodobnie połowa z nich regularnie chodzi do kościoła. Nie odpowiada to jednak popularnym wyobrażeniom. Jak tylko ludzie zobaczą mnie w koloratce, zaufanie wraca. Nie ma konfliktu, nawet jeśli nie należą do mojej religii. Jest zaufanie. Oni wiedzą, że nie zamierzam próbować sprzedać im czegoś, co podważy ich wiarę, bo ja tego nie zamierzam. Siądą i będą słuchać mnie dostatecznie długo, by cieszyć się i chwalić rzeczy, które mogę powiedzieć im o Bogu Stwórcy, który zrobił tę materię.

Inna rzecz, z którą się spotykam, i to znacznie częściej, to ludzie, którzy mają nadzieję, że moja nauka pomoże udowodnić istnienie Boga. To jest błąd myślenia naszej kultury, która zbytnio gloryfikuje naukę. Lubię naukę; jest ona moim życiem. Ale właśnie z tego powodu, rozumiesz, ja widuję naukę nagą; wiem, jakie są jej niedoskonałości. Wiem, jak wygląda ona bez makijażu. Wiem, co może zrobić, a czego nie może zrobić; wiem jakie są jej zalety i wady. Ja jej nie ubóstwiam.

Oczekiwanie od nauki, że udowodni istnienie lub nieistnienie Boga, czyni naukę potężniejszą od Boga. Jest to podstawowy błąd Kreacjonizmu, Intelligent Design, czy jakiegokolwiek innego fundamentalizmu, który mamy wokół. Są one wytworem ludzi, którzy obawiają się, że ich wiara jest zbyt słaba i szukają czegoś, co podeprze ich wiarę, ponieważ oni nie wierzą we własną wiarę. Boją się oni nauki, boją się tych wyzwań, i oczekują, że albo można zniszczyć wiarę przy pomocy nauki, albo że nauka może pomóc wesprzeć ich słabą wiarę.

Ja wierzę w Boga. Nie byłbym Jezuitą, gdybym nie wierzył. Nie sądzę także, że zajmowałbym się nauką, gdybym nie wierzył, ponieważ w końcu jeśli nie wierzysz w stworzony dobry wszechświat, to dlaczego zamierzasz marnować czas na badanie go? Logiczny wszechświat, gdzie rzeczywiście są prawa, a nie tylko widzimy twarze w chmurach. Ale to, że wierzę w Boga, nie jest z powodu mojej nauki; to jest pomimo mojej nauki… coś więcej niż powód, że na przykład oglądam Detroit Tigers z powodu mojej wiedzy. To są całkowicie odmienne struktury wiary. Powodem, że wierzę w Boga jest moje doświadczenie jako istoty ludzkiej. Moje doświadczanie miłości, moje doświadczanie wszechświata, moje doświadczenie modlitwy, moje doświadczenie mojej religii.

Wiem także, że jest różnica między moją religią a moim Bogiem. Lubię moją religię, ale jej nie ubóstwiam. Moja religia jest narzędziem, które pomaga mi zbliżyć się do Boga i jest to narzędzie, które bardzo lubię, więc jest to coś więcej, niż narzędzie, jest to rodzina, jest to struktura i jest to dla mnie źródło wielkiej prawdy. Zorganizowana nauka jest w gruncie rzeczy tym samym. Lubię zajmować się nauką, lubię przyjeżdżać na takie spotkania. Miłuję moich kolegów naukowców, nawet tych, których nie cierpię. Ponieważ w obu przypadkach są to ludzkie społeczności, nie chodzi tylko o to, że są w obu grupach parszywe owce. Każdy czasem jest parszywą owcą. Niektórzy z nas bywają parszywymi owcami

częściej niż inni. Ale wszyscy jesteśmy grzeszni i samo to, że nie lubię takiego-to-a-takiego naukowca, nie oznacza że jego wyniki są błędne. Sam fakt, że lubię takiego-to-a-takiego naukowca, nie oznacza, że jego teoria jest prawdziwa. Nie ma tu zupełnie żadnej korelacji! Nie ma także anty-korelacji. To samo dotyczy sfery religii. Są ludzie w mojej religii, których lubię. Są ludzie w innych religiach, których lubię. Podobnie są ludzie, których nie lubię, z którymi nie chciałbym mieć do czynienia. Nie ma to nic wspólnego z tym, czy mają oni rację czy nie, chociaż ich sposób życia mówi mi, jak blisko Boga się znajdują. To jest zupełnie coś innego niż możliwość powiedzenia, że mogę zaufać ich teologii. Widzę tę różnicę i mogę przyjąć jedno i mieć wątpliwości co do innego, tak samo jak w przypadku nauki.

LAL: Myślę, że rozumiem, że nie należy ubóstwiać swej religii, ponieważ jeśli ubóstwiasz swą religię, to raptem twoja religia jest lepsza od religii kogoś innego, podczas gdy istotna jest wiara w Boga i nie ma znaczenia, jak wierzysz w Boga — tak długo jak wierzysz w Boga, możesz oddawać Mu cześć w różny sposób.

GJC: Prawdę mówiąc to mi nie odpowiada. Wrócę do analogii z nauką. Wiesz, teoria kwantów jest lepsza od fizyki newtonowskiej. Jest to prawda i jest to lepszy sposób podejścia do nauki niż inne. Jednak ogromnie szanuję każdego, kto stara się robić dobrą naukę. Nie zapominam także, że nie mam idealnej odpowiedzi na pytanie, jak prowadzić badania naukowe, że mogę wiele się nauczyć od innych ludzi. Jednak dzień po dniu uczę się najlepszej drogi, jaką widzę i rozumiem, że ten gość realizuje najlepszy sposób, jaki on widzi, nawet jeśli się z nim nie zgadzam. Jest więc szacunek dla osoby, zdolność uczenia się od tej osoby i zdolność krytycznego podejścia do tego, co ta osoba robi, co nie oznacza krytykowania samej osoby. Inaczej dochodzisz do „wszystkie religie są takie same." Nie, nie są. Cała nauka jest jednakowa. Nie, nie jest. Gdybym nie myślał, że moja religia doprowadzi mnie bliżej prawdy, to znalazłbym inną religię, która to zrobi i wrócilibyśmy do tej samej logicznej sprzeczności. Rozumiem jednak, że nie każdy podąża za moją religią. Rozumiem także, że mogę się wiele nauczyć od tych, którzy wybierają inną drogę.

LAL: Cóż, poza tym, co robisz jako brat Jezuita i jako naukowiec, jakie masz hobby? Jakie inne rzeczy Ciebie interesują (jestem pewien, że inni ludzie Ciebie o to pytają)?

GJC: Taak… Wyobrażamy sobie gościa, który pracuje jako kierowca cysterny, a jego hobby to żeglowanie w weekendy. W pewnym sensie moim hobby jest astronomia. Mam mały, trzycalowy teleskop, który lubię wystawić na dwór i po prostu oglądać sobie wszystkie te obiekty, które są w *Turn Left at Orion* i akurat są widoczne tej nocy, zobaczyć ile mogę znaleźć z pamięci, zobaczyć ile mogę znaleźć z pomocą książki, szczególnie gdy towarzyszy mi inny miłośnik astronomii — a moim najlepszym przyjacielem do tego jest ten facet, który pisał *Turn Left at Orion* razem ze mną, Dan Davis. Gdy jesteśmy razem i jest dobra, ciemna noc, każdy wyciąga swój teleskop i pokazujemy sobie nawzajem, co kto znalazł. Dla mnie jest to duża przyjemność.

Brat Guy przed częścią watykańskiej kolekcji meteorytów. Fot. Alessia Giuliani.

Inne moje hobby, wynikające z tego, że wiele podróżuję, to czytanie. Lubię fantastykę, także tę nie najwyższego lotu, lubię fantastykę naukową o podróżach kosmicznych i lubię kryminały i nie widzę powodu, by się tego wstydzić.

LAL: I oglądasz tandetne filmy.

GJC: I oglądam tandetne filmy. Lubię to. Jakoś bezpretensjonalny, tandetny film sprawia mi większą przyjemność niż ambitny film, który jest znakomicie zrobiony pod względem warsztatowym, ale w istocie pusty; taki którego obejrzenie sprawia, że czujesz się splugawiony. I to nie tylko dlatego, że jest w nim seks czy przemoc, ale że kryjące się za nim fundamentalne zasady są wysoce podejrzane. Okropnie dużo intelektualnej, współczesnej literatury, to tego rodzaju filozoficznie podejrzana materia. Nie znajdziesz tego w kryminałach. I to jest jeden z powodów, dla których lubię dobre kryminały, czy dobre powieści fantastyczno-naukowe.

A trzecia rzecz, to będąc dzieckiem lat sześćdziesiątych, uwielbiam muzykę. Mój zbiór muzyki zajmuje prawdopodobnie dużo więcej miejsca na moim twardym dysku, niż moje prace naukowe. Lubię i muzykę klasyczną i muzykę pop z lat sześćdziesiątych. Każdy wie, że dobrą muzykę przestali robić w roku, w którym ukończyłeś college. Nie ma znaczenia, w którym roku to było! Ale na szczęście mój brat jest muzykiem i jest na bieżąco ze współczesną muzyką i to on zapoznał mnie z wieloma utworami z ostatnich trzydziestu lat, których w innym przypadku bym nie zauważył.

Wracam do tego, o czym mówiłem, do mojej aktywności społecznej: teatru i muzyki. Obserwowanie na żywo gry zespołu, gdy są oni razem, gdy występują, gdy komunikują się ze sobą nawzajem — to jest magia. I w pewnym sensie znów są oni odbiciem Stwórcy …. Gdy masz zespół w trakcie pracy, to zachodzi między nimi ta wzajemna wymiana miłości i tworzą oni coś większego, niż mógłby zrobić każdy z nich indywidualnie. Gdy masz zespół naukowy w trakcie pracy, i każdy ma jakieś pomysły, i dochodzą do dzieła, które jest czymś więcej, niż każdy z nich mógłby zrobić indywidualnie, to przyjemnie jest patrzeć na ten rodzaj zespołowej twórczości i rozkoszą jest uczestniczyć w tym.

LAL: Myślę, że na tym poprzestaniemy.

GJC: A ja wyczerpałem to, co miałem do powiedzenia!

Kometarne cząstki z sondy Stardust i ich związek z meteorytami

Gregory T. Shanos

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 2. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Komety uważa się za najbardziej pierwotne obiekty w Układzie Słonecznym, które składają się głównie z lodu, pyłu i węgla. Daleko od Słońca kometa jest zimna i zamarznięta na kamień. Gdy zbliża się do Słońca, jej materia zaczyna się ogrzewać i sublimować (przechodzić ze stanu stałego w gazowy), tworząc atmosferę, czyli komę oraz ogromne warkocze jonowe i pyłowe. Komety są więc posłańcami mogącymi skrywać informacje o formowaniu się Układu Słonecznego (fot. 1).

Sonda Stardust wystartowała 7 lutego 1999 roku i skierowano ją na trajektorię prowadzącą do komety Wild 2. Kometa P81/Wild 2 pochodzi z Pasa Kuipera za Neptunem. Perturbacje zmieniły następnie jej orbitę na obecną, przebiegającą między Marsem a Jowiszem. Podczas spotkania 2 stycznia 2004 roku sonda Stardust przeleciała w odległości 240 km od jądra komety z prędkością 6 km/s, sześciokrotnie szybciej od pocisku! Sonda rozwinęła wówczas siatkę do chwytania cząstek komety. To urządzenie w kształcie rakiety tenisowej zawierało 130 przegródek o kształcie kostek lodu, wypełnionych aerożelem. Zaraz po spotkaniu siatka została zapakowana do kapsuły powrotnej na trwającą dwa lata podróż powrotną na Ziemię. Pierwotne cząstki kometarne szczęśliwie dotarły do Ziemi 15 stycznia 2006 roku.

Fot. 1. Kometa Hyakutake wiosną 1996 roku. Głowa jest wyraźnie widoczna na tym zdjęciu zrobionym przez autora. Sonda Stardust przeleciała i zebrała cząstki z podobnej komety, P81/Wild 2, 2 stycznia 2004 r. Kometarne ziarna dostarczono na Ziemię do analizy 15 stycznia 2006 r.

Sonda Stardust po raz pierwszy dostarczyła do analizy w ziemskich laboratoriach materię kometarną z zewnętrznych obszarów Układu Słonecznego. Ostatnim przypadkiem, kiedy pozaziemska materia była celowo przywieziona na Ziemię, były wyprawy Apollo.

Sukces wyprawy Stardust zawdzięczamy w znacznym stopniu aerożelowi (fot. 2), niezwykle porowatej piance krzemionkowej, której gęstość jest porównywalna z gęstością powietrza. Dzięki tej małej gęstości aerożel był w stanie skutecznie wyhamować uderzające cząstki, tak aby uniknęły one stopienia i odparowania. Schwytanych zostało około 10000 cząstek o wielkości od 1 do 300 μm. Te schwytane cząstki utworzyły milimetrowej wielkości ślady w kształcie marchewki, które kończyły się nietkniętą cząstką kometarną. Te mikroskopijne cząstki dostarczą wkrótce cennych informacji o formowaniu się Układu Słonecznego.

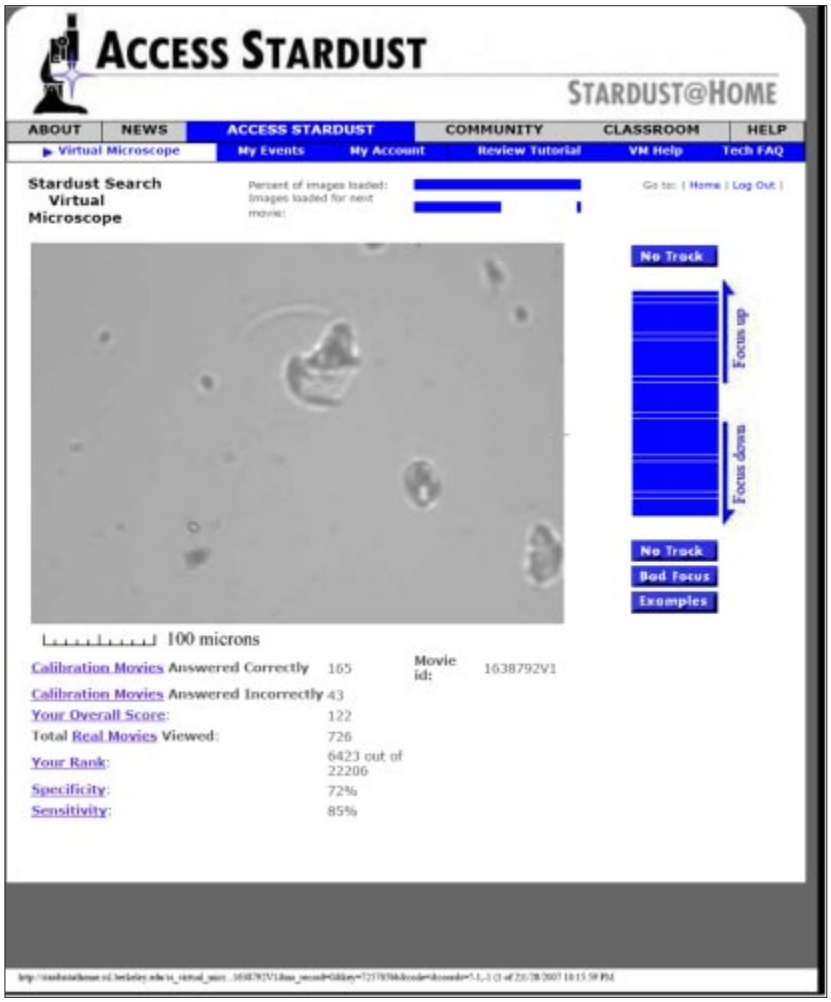
Poza cząstkami kometarnymi sonda Stardust zebrała podczas siedmioletniej podróży ziarna pyłu międzygwiezdnego. Od 1 sierpnia 2006 roku uruchomiono program obliczeniowy Stardust@Home (fot. 3). Stardust@Home *(http://stardustathome.ssl.berkeley.edu)* daje, za pośrednictwem internetu, każdemu, kto ma trochę wolnego czasu, możliwość pomagania naukowcom w poszukiwaniu pyłu międzygwiezdnego w płytkach aerożelu. Przy pomocy automatycznego mikroskopu optycznego naukowcy nagrali „film" z cienkiej

płytki aerożelu, który internetowi uczestnicy programu mogą oglądać poprzez internet na monitorze komputera. Potrzebna jest krótka sesja ćwiczebna, tak aby wolontariusze potrafili rozpoznawać marchewkowe ślady wśród innych struktur w aerożelu. Potem aerożelowy „film" jest udostępniany poszczególnym osobom do analizy. Kadry można ogniskować powyżej i poniżej płaszczyzny aerożelu, by odnaleźć każdy ukryty ślad. Uczestnik wysyła do zespołu Stardust@Home odpowiedź YES albo NO. Potem dostaje nowy film i proces się powtarza. Dotąd obejrzałem ponad 900 filmów i zaznaczyłem ponad 100 potencjalnych śladów. Wszystkie one oczekują obecnie na sprawdzenie przez naukowców ze Stardust@Home. Zachęcam wszystkich miłośników meteorytów do udziału w tej bardzo satysfakcjonującej przygodzie badawczej.

W wydaniu *Science* (vol. 314, pp. 716–735) z 15 grudnia 2006 roku opublikowano wstępne wyniki z misji Stardust w postaci siedmiu znaczących prac. Spróbuję podsumować istotne odkrycia tej misji odnoszące się do meteorytów. Analiza cząstek z komety Wild 2 dopiero się rozpoczęła. Badacze z ekipy Stardust stwierdzili dużą różnorodność gęstości cząstek. Próbki z Wild 2, to przeważnie drobnoziarniste, luźno związane skupienia ziaren. Żadna ze zbadanych dotąd cząstek nie reprezentuje pojedynczego minerału; wszystkie są mieszaninami mniejszych niż mikronowej wielkości ziaren różnych minerałów. Najobficiej występują krystaliczne minerały krzemianowe: oliwin i piroksen, oraz troilit (FeS). Te minerały są powszechnie spotykane w większości meteorytów. Odkrycie oliwinu, piroksenu i troilitu w próbkach z komety Wild 2 zaskoczyło naukowców, ponieważ sądzono, ze skład materii kometarnej jest zbliżony do składu cząstek pyłu międzygwiezdnego, w których krzemiany były bezpostaciowe. Dalsze analizy próbek z komety Wild 2 pokazały, że amorficzna materia występowała rzadko lub wcale. Naukowcy badają jednak, czy topnienie szkliwa krzemionkowego tworzącego aerożel może mieć wpływ na identyfikację amorficznej materii kometarnej.

Oliwin [$(Mg,Fe)_2SiO_4$] jest minerałem składającym się z żelaza, magnezu i krzemianu, w którym mieszanina żelaza i magnezu może wahać się od prawie czysto żelaznej do prawie czysto magnezowej. Próbka z sondy Stardust jest głównie magnezowa. Inne minerały znalezione w cząstkach kometarnych, to forsteryt (Mg_2SiO_4) i enstatyt ($MgSiO_3$). Astronomiczne modele pokazują, że kryształy oliwinu tworzą się z ogrzanych krzemianów w bliskim sąsiedztwie gwiazd. Naukowcy muszą teraz wyjaśnić, dlaczego oliwin znalazł się w komecie Wild 2, która utworzyła się za orbitą Neptuna w początkach istnienia Układu Słonecznego 4,6 miliarda lat temu.

Fot. 2. Prawdziwa próbka aerożelu o wymiarach 45 mm × 45 mm × 19 mm. Tę próbkę dał autorowi Kay Ferrari, Koordynator Edukacyjny Programu Ambasadorów NASA.



Fot. 3. „Kalibracyjny film" Stardust@Home. Szczegóły: **http://stardust@home.ssl.berkeley.edu.**

Oprócz oliwinu pył z komety Wild 2 zawiera także wysokotemperaturowe minerały wapnia, glinu i tytanu. Te minerały są podobne do CAI w meteorytach (fot. 4). Co te wysokotemperaturowe minerały, które utworzyły się blisko młodego Słońca, robią w komecie, która uformowała się w najzimniejszym regionie Układu Słonecznego? Dr. Michael Zolensky proponuje model, w którym silne, dwubiegunowe strugi wypływające z młodego Słońca wynosiły materię uformowaną blisko Słońca na peryferie Układu Słonecznego. Tak więc komety nie składałyby się wyłącznie z materii bogatej w składniki lotne, ale raczej z mieszaniny minerałów utworzonych w różnych temperaturach i blisko Słońca i daleko od niego. Alternatywna hipoteza mówi, że te wysokotemperaturowe inkluzje wapnia, glinu i tytanu utworzyły się przy innych gwiazdach. Proporcje izotopów tlenu są w ziarnach pyłu międzygwiezdnego inne niż w materii utworzonej w naszym Układzie Słonecznym. Jedno z ziaren kometarnych miała większą zawartość ^{17}O, co jest typowe dla ziaren przedsłonecznych, które powstały w czerwonych olbrzymach. Inne ziarno miało większą zawartość ^{16}O, podobną do wysokotemperaturowych inkluzji w meteorytach, co sugeruje, że materia komety Wild 2 utworzyła się w wysokiej temperaturze w wewnętrznej części Układu Słonecznego i została przetransportowana do pasa Kuipera zanim zaczęła się akrecja komet. Wstępne dane sugerują, że kometa Wild 2 zawiera mieszaninę i ziaren pyłu z innych gwiazd i materii uformowanej wewnątrz Układu Słonecznego.

Fot. 4. Chondryt węglisty Allende CV3 z prywatnej kolekcji autora. Ten okaz waży 9,5 g i ma wymiary 37 mm × 28 mm × 4 mm. Zauważcie duże inkluzje wapniowo-glinowe (CAI). Niespodziewanie wysokotemperaturowe minerały wapnia, glinu i tytanu zidentyfikowano w komecie Wild 2.

Uważa się, że w kometach zachował się pył z okresu formowania się Układu Słonecznego. Porównano więc cząstki kometarne z chondrytami węglistymi CI, które reprezentują skład chemiczny Układu Słonecznego z wyjątkiem najbardziej lotnych składników. Zawartość pierwiastków w poszczególnych ziarnach komety Wild 2 różniła się ogromnie. Średnia zawartość pierwiastków w materii kometarnej jest zgodna ze składem meteorytu CI dla pierwiastków Mg, Si, Mn, Fe, Ni do 35%, a dla Ca i Ti do 60%. Pierwiastków Cu, Zn i Ga jest więcej w cząstkach komety Wild 2, co sugeruje, że meteoryty CI mogą nie reprezentować adekwatnie składu chemicznego Układu Słonecznego w przypadku umiarkowanie lotnych pierwiastków (fot. 5).

Fot. 5. Chondryt węglisty Ivuna CI1 z prywatnej kolekcji autora. Ten okaz waży 0,43 g i ma wymiary 12 mm × 8 mm × 5 mm. Skład chemiczny ziaren z komety Wild 2 porównano ze składem meteorytów CI. Stwierdzono podobieństwa i różnice, które omówiono w tym artykule.

Cząstki kometarne z sondy Stardust przeanalizowano także pod względem zawartości związków organicznych. Próbki z komety Wild 2 zawierają dużo materii organicznej. Jest to znaczące, ponieważ uważa się, że komety przyniosły na pierwotną Ziemię wodę i materię organiczną, składniki niezbędne do powstania życia. Analiza próbek wykazała obecność wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (PAH). Są to cząsteczki składające się z węgla i wodoru, mające postać sześcioelementowych, zamkniętych pierścieni benzenowych (aromatycznych). PAH są wszechobecne we wszechświecie; znajdowane są i w najdalszych zakątkach przestrzeni międzygwiezdnej i w sadzy na grillu w ogrodzie! Wśród PAH znalezionych w próbkach z sondy Stardust są jednopierścieniowy benzen (C_6H_6), dwupierścieniowy naftalen ($C_{10}H_6$) i ich alkilowane (z dodanymi $-CH_2CH_3$) pochodne. Ponadto wykryto i określo-

no ilościowo zawartość 3-pierścieniowego fenantrenu ($C_{14}H_{10}$) i 4-pierścieniowego pirenu ($C_{16}H_{10}$) wraz z ich C_4 alkilowanymi pochodnymi. To rozmieszczenie PAH przypomina ciasto skalne chondrytu węglistego Murchison, a także niektóre cząstki pyłu międzyplanetarnego (Fot. 6). Jednak obecność 4-pierścieniowych C_n alkilowych pochodnych wskazuje na bardziej zróżnicowany zbiór cząsteczek organicznych niż w meteorycie Murchison.

Dwa związki zawierające azot, zidentyfikowane w próbkach z komety Wild 2, to metyloamina i etyloamina. Odkrycie tych dwóch cząsteczek w kometarnych cząstkach ma istotne znaczenie dla badań nad powstaniem życia. Metyloamina i etyloamina stanowią źródło związanego azotu na pierwotnej Ziemi. Wiązanie azotu, to przekształcanie obojętnego, gazowego azotu (N_2) w atmosferze w postacie użyteczne biologicznie takie jak azotany, występujące w nawozach. Tak więc komety mogły dostarczyć na młodą Ziemię znaczące ilości stabilnego, związanego azotu w postaci metyloaminy i etyloaminy.

W próbkach z komety Wild 2 był także obecny aminokwas glicyna. Aminokwasy są cegiełkami do budowy białek w żywych organizmach. Glicyna (CH_2NH_2COOH) jest najprostszym aminokwasem i nie ma chiralności czyli skrętności. W meteorycie Murchison także jest dużo glicyny i innych aminokwasów. (zob. Aug. 1999 *Meteorite,* p. 37)

Trudniejsze do ilościowego określenia związki organiczne obserwuje się w postaci pików widmowych odpowiadających tlenowi i azotowi zewnętrznie podstawionym do systemów pierścieni aromatycznych. Najwyższe piki przypisuje się polimeryzacji mniejszych PAH przez promieniowanie z kosmosu lub ogrzanie podczas wejścia w atmosferę. Przy pomocy innych metod widmowych zidentyfikowano „nieuporządkowaną materię węglistą podobną do grafitu", a także kerogeny czyli „nieuporządkowanie powiązane aromatyczne fragmenty."

Spektroskopia w podczerwieni pozwoliła zidentyfikować grupy funkcyjne w związkach, których jeszcze w pełni nie rozpoznano. Grupy funkcyjne, to „aktywne" obszary w cząsteczce, gdzie mogą zachodzić reakcje chemiczne. Dotąd zidentyfikowano takie grupy funkcyjne jak alkohole (-OH), ketony, aldehydy i karbonyl, zawierające grupę karbonylową (C=O) oraz nitryle. W próbkach z komety Wild 2 wykryto także pierwiastek siarkę. Siarka zazwyczaj wiąże się z węglem i azotem; jednak konkretnych, zawierających siarkę cząsteczek jeszcze nie zidentyfikowano.

Pomiary izotopów wodoru w kometarnych cząstkach wykazały nawet trzykrotnie wyższy stosunek deuteru do wodoru (D/H) niż na Ziemi. Deuter (wodór zawierający jeden neutron) jest nierównomiernie rozmieszczony i towarzyszy węglowi, co wskazuje, że jest pochodzenia organicznego. Tak więc podwyższony stosunek D/H w komecie Wild 2 jest porównywalny z wartościami dla meteorytów i cząstek pyłu międzyplanetarnego (IDP). Stosunki izotopowe deuteru, węgla i tlenu sugerują, że związki organiczne z sondy Stardust nie zostały wyrzucone z gwiazd, ale są rezultatem procesów w mgławicy przedsłonecznej. Dla kontrastu zwiększona zawartość izotopu ^{15}N stanowi dowód, że kometa Wild 2 zawiera także związki organiczne pochodzenia międzygwiezdnego.

Stwierdzono, że związki organiczne z sondy Stardust są bardziej labilne, a więc łatwiej oddzielają się od masy skalnej niż w przypadku meteorytów czy IDP. Dlatego cząsteczki obserwowane w głowie komety, takie jak cyjan (CN^-) pochodzą z nietrwałych, macierzystych związków organicznych w jądrze. Kometa Wild 2 zawiera stosunki O/C i N/C, których wartości wychodzą poza zakres dla większości meteorytów. Stanowi to nową klasę związków organicznych, nie obserwowaną wcześniej w innych pozaziemskich próbkach. Bogata chemia organiczna komety Comet Wild 2 da zajęcie naukowcom na wiele lat.

Kometarne cząstki z sondy Stardust dopiero zaczęły ujawniać swe sekrety. Miłośników meteorytów zachęca się do pomocy naukowcom przez uczestnictwo w programie Stardust@Home. Komety i meteoryty nadal będą dostarczać cennych informacji na temat powstania życia na Ziemi oraz na temat powstawania Układu Słonecznego.

E-mail: gshanos@aol.com

Gregory T. Shanos uzyskał tytuł doktora farmacji w 1999 roku. Jest obecnie farmakologiem konsultantem w kilku specjalistycznych klinikach na Florydzie. Dr Shanos zaczął kolekcjonować meteoryty w 1985 r. Interesuje się głównie cząsteczkami organicznymi odkrytymi w chondrytach węglistych, a także pozaziemska przyczyną masowego wyginięcia na granicy permu i triasu. Jest zapalonym miłośnikiem astronomii, zbieraczem skamieniałości i łowcą zaćmień. Jest także członkiem Programu Ambasadorów NASA.

Fot. 6. Chondryt węglisty Murchison CM2 z prywatnej kolekcji autora. Ten okaz waży 20,0 g i ma wymiary 33 mm × 29 mm × 14 mm. Związki organiczne z komety Wild 2 są podobne, ale nie identyczne jak związki w chondrytach węglistych i cząstkach pyłu międzyplanetarnego.

Trawienie meteorytów: Opowieść ku przestrodze

Anita D. Westlake

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 2. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Zaczęło się całkiem zwyczajnie. Kto mógłby przypuszczać, że zanim skończę, strażacy będą gnali do mojej wypełnionej dymem kuchni?

Wbrew temu, co sugeruje ten pierwszy akapit, ja *wiem*, jak trawić meteoryty, żeby się nie zabić. Owego niedzielnego popołudnia coś poszło jednak zupełnie źle; coś, co dowodzi bez cienia wątpliwości, że z jakiegoś powodu zapomniałam, co było w szkole na chemii.

Na miejscowym uniwersytecie kupiłam butlę kwasu azotowego (o stężeniu 70%). Po indagowaniu, co dokładnie mam zamiar robić z tym kwasem, kupiłam także butlę alkoholu etylowego.

Owego niedzielnego popołudnia przyszedł trawić meteoryty wraz ze mną mój wieloletni przyjaciel John. Ostrożnie ustawiliśmy szklaną miseczkę stężonego kwasu azotowego, szklaną miseczkę z wodą i szklaną miseczkę z czystym alkoholem etylowym. Po założeniu okularów ochronnych i gumowych rękawic musieliśmy wyglądać jak kucharze niespełna rozumu.

Niektóre meteoryty, szczególnie Canyon Diablo, były nieco złośliwe i nie chciały się trawić. Moczyliśmy je przez dobre 20 minut w kwasie, zanim zobaczyliśmy w końcu ukazujące się figury Widmanstättena. Przy pomocy metalowych szczypiec John wyjął okazy z kwasu, na krótko zanurzył je w wodzie, by zmyć resztki kwasu, i włożył je na trochę do alkoholu, by usunąć wszelkie ślady wody. W sumie trwało to dość krótko i położyliśmy świeżo wytrawione meteoryty do wyschnięcia na papierowym ręczniku.

John poszedł ze swymi okazami do domu, a ja w końcu zabrałam się do porządkowania bałaganu, jaki pozostał na mojej ladzie kuchennej. Podczas sprzątania zauważyłam dwa miejsca na drewnianym blacie, gdzie na trwałe wytrawiły się ślady kapania. Kółka, przypominające fragmenty rozpadającego się meteoru Peekskill, ozdabiały mój nieskazitelnie dotąd czysty blat.

Gdy John zadzwonił, powiadomiłam go (oczywiście delikatnie), jak jego nieostrożność zeszpeciła mój blat. Po przyjęciu jego szczerych przeprosin, kończyłam dalej sprzątanie.

Niestety butla z kwasem azotowym była dość podobna do butli z alkoholem etylowym. W obu była przezroczysta ciecz. I tu właśnie zaczęły się kłopoty.

Wychowana przez ojca, którego oszczędność graniczyła z obsesją, odruchowo postanowiłam wlać używany alkohol (który nie wyglądał wcale na zużyty) z powrotem do butli, by później go wykorzystać. Przy pomocy szklanej zlewki ***wlałam alkohol do butli z kwasem azotowym***. Gdy zaczęłam wlewać, zrozumiałam, że właśnie zrobiłam **COŚ BARDZO ZŁEGO**. Przerwałam, gdy mniej więcej dwie łyżki alkoholu połączyły się z kwasem azotowym. Odstawiłam zlewkę, odskoczyłam na jakieś dziesięć stóp, i przyglądałam się zza lodówki, co się dzieje.

Delikatna wstęga białawo-szarego dymu powoli wydobywała się z butli. Obserwowałam z bezpiecznej odległości, jak zwoje dymu powoli tańczyły i skręcały się nad szyjką butli z kwasem azotowym, jakby wszystko było w najlepszym porządku, a ja oglądałabym nastrojowy pokaz sygnałów dymnych z odległego wierzchołka góry.

To jednak nie było wszystko.

Nagle ten dym został zepchnięty na bok przez straszny świst wybuchającego, okropnie śmierdzącego, żrącego gazu. Wystrzelił on z butli jak dżin z lampy, uderzając z całą siłą w sufit kuchni. Kłębiące się i rozpływające się strugi gazu opadły na dół i osiadły na blacie tworząc wzburzone fale.

Niesamowicie jasna chmura pomarańczowo-brunatnego dymu, po dotarciu do sufitu, zaczęła szukać innych wysokich miejsc w całym domu. Pognałam przez kuchnię, włączyłam wentylator i otworzyłam drzwi do ogrodu. Złapałam mojego zaciekawionego Pomeranian i wrzuciłam go do sypialni razem z Chihuahua, włączając jednocześnie wentylator w sypialni i otwierając tam okno.

Potem postanowiłam zadzwonić na 911. Pognałam do telefonu w hallu, wybrałam numer alarmowy i czekałam bez tchu na zgłoszenie się operatora. „911. Co się stało?" spytał spokojny, kobiecy głos.

„Potrzebuję zespół ratownictwa chemicznego. Niechcący zmieszałam alkohol z kwasem azotowym," powiedziałam łapiąc z trudem oddech. Albo nawdychałam się oparów, albo po prostu byłam przestraszona. Nie miałam pojęcia, czy chmura wybuchnie wywołując pożar, czy też rozproszy się bez większych szkód. Operatorka bardzo spokojnie powiedziała, „Proszę zabrać rodzinę z domu. Ekipa już jedzie."

Nie chciałam jej już mówić, że nie mam rodziny z wyjątkiem dwóch piesków, które zostały schowane przed trującą chmurą w sypialni.

Wybiegłam na podjazd i czekałam na pomoc. Po pięciu minutach wjechały na moją ulicę dwa bardzo duże wozy strażackie i zaczęłam machać do nich ręcznikiem, którym zakrywałam nos i usta będąc wewnątrz.

Z wozów wygramoliła się czwórka strażaków i podeszła do mnie. Jeszcze raz, z pewnym zakłopotaniem, wyjaśniłam, co się stało. Nie mieli pojęcia, co rozumiałam przez „trawienie meteorytów", i po prostu patrzyli na mnie z lekkim rozbawieniem. Jeden facet spytał mnie nawet żartobliwie, czy „robiłam bomby." Odpowiedziałam mu z równie szerokim uśmiechem, „Nie, dziś nie."

Gdy pierwszy strażak podszedł do drzwi frontowych (które pozostawiłam otwarte, by był dostęp powietrza), odezwał się alarm na jego kombinezonie ochronnym. Jeszcze zanim wszedł do środka, alarm buczał ostrzegając: niebezpieczny materiał przed tobą.

Strażacy nie spieszyli się z wejściem do domu. Zebrali się przez wejściem i gestykulowali między sobą. Nie mogli słyszeć się nawzajem, ponieważ byli

odziani od stóp do głów w odzież ochronną odporną na chemikalia, włącznie ze szczelnie zamkniętymi hełmami i zbiornikami tlenu. Wyglądali jak kosmici z reklamy opon Michelina.

Przez ten czas na podjeździe zebrali się wszyscy moi sąsiedzi, zaciekawieni, co robią dwa wozy strażackie koło domu, który się nie pali. Wyjaśniłam, że „rozlały się chemikalia" i że nic złego mi się nie stało. (Nawiasem mówiąc okazało się, że był to doskonały sposób, by spotkać sąsiadów.)

Minęło sporo czasu, zanim ekipa poczuła się na tyle bezpiecznie by wejść do domu. Zachowując wszelkie środki ostrożności dotarli do kuchni i zobaczyli miejsce zbrodni na wciąż dymiącej ladzie kuchennej. Zastosowali do lady to, co się nazywa „Oil-Dry" (absorbent mineralny, poza branżą zwany „piasek dla kota"). Woda niestety nie wyczyści rozlanego kwasu azotowego, a w istocie może tylko pogorszyć sprawę.

Może to dlatego, że byłam bosa w ten zimny, jesienny wieczór w Atlancie. Może to dlatego, że byłam zmęczona i znudzona tymi wszystkimi pytaniami i zdziwionymi minami, gdy na nie odpowiadałam, ale tak czy owak wydawało się, że oczyszczanie domu z oparów trwa bardzo długo. Zaczęłam obawiać się o moje dwa psy i dochodzić do przekonania, że mogły nie przeżyć szkodliwego gazu. Poprosiłam strażaków o uratowanie moich pupilków z sypialni. Wydawało się, że to dość prosta sprawa. Po kilku minutach mój Pomeranian został uratowany i znalazł się bezpieczny w mych ramionach lizając mnie po twarzy i wiercąc się jak zwykle. Ale Chihuahua była wciąż w środku. Mijały minuty. W końcu kobieta ze strażackiej ekipy wyszła przed drzwi i machnęła ręką do swych kolegów, którzy kręcili się na zewnątrz. Potrzebowała pomocy, by wydostać z łóżka mego czterofuntowego Chihuahua. Najwidoczniej mój maciupeńki piesek był nieco zdenerwowany tymi kosmitami i nie miał najmniejszej ochoty na odwiedzanie ich planety.

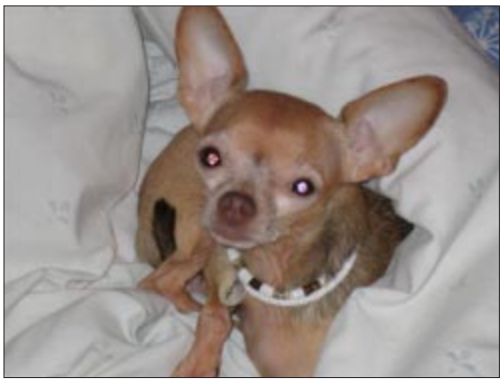
Fot. 1. Lada Anity (po).

Trzeba było czwórki strażaków — trzech krzepkich mężczyzn i jednej kobiety — by uratować mego Chihuahua. Teraz, gdy oba psy były bezpiecznie w mych ramionach, gawędziłam z sąsiadami, póki nie powiadomiono mnie, że „wszystko w porządku."

Po jakiejś godzinie opary wydostały się na zewnątrz i rozproszyły się bez większych szkód. Mogłam wrócić do kuchni i zobaczyć szkody, jakie zrobiła diabelska mikstura. Moja lada była całkowicie zniszczona. Kwas wyżarł pierwsze dwie warstwy poliuretanu i drewna. Wyobraźcie sobie, że parę cali dalej fiołkowi nic się nie stało.

Głupio mi się zrobiło, że wcześniej zbeształam Johna, gdy teraz zniszczyłam *całą* ladę, nie tylko kilka „kropel."

Teraz, gdy kryzys został zażegnany, miałam czas zastanowić się nad tym, co się stało. Gdyby urzekły mnie pierwsze wstęgi wyglądającego nieszkodliwie dymu wydobywające się z butli kwasu azotowego i zajrzałabym do butli, by zobaczyć reakcję, zostałabym *co najmniej* oślepiona i na zawsze zeszpecona. Ale gdzieś poza pasem planetoid, jakiś cichy głos kazał mi uciekać i zrobiłam to.



Fot. 2. Chihuahua Anity zwana „Chiquita Bonita" która musiała być ratowana przez czworo strażaków. Waży 4 funty!

Gorąco podziękowałam strażakom i nawet zainteresowałam kierowcę cudownym światem meteorytów. Nic się nie stało ani mi ani moim psom, a mój dom się nie spalił. Spotkałam paru wspaniałych sąsiadów. Tak więc w sumie był to bardzo dobry dzień.

Czego nauczyło mnie to doświadczenie? Wielu rzeczy.

1. Zakładaj okulary ochronne i gumowe rękawice, gdy bawisz się chemikaliami i kwasem — nawet jeśli tylko czytasz etykietkę!
2. O tak, zawsze czytaj etykietkę.
3. Zawsze miej pod ręką piasek dla kota, sodę i gaśnicę.
4. Przykryj powierzchnię, na której zamierzasz pracować.
5. Uważaj na to, co robisz. To nie jest dobra pora na myślenie o niebieskich migdałach.
6. **Nie obawiaj się dzwonić na 911. Lepiej wezwać ich do fałszywego alarmu niż NIE wezwać do prawdziwego.**

Email: libawc@emory.edu

Anita D. Westlake kolekcjonuje meteoryty od około 6 lat i zgromadziła kolekcję ponad 100 różnych spadków i znalezisk. Obecnie jest prezesem Południowowschodniego Oddziału Przyjaciół Mineralogii, oraz dyrektorem Południowowschodniej Federacji Towarzystw Mineralogicznych Stanu Georgia. Gdy nie zajmuje się skałami i meteorytami, Anita kieruje dwiema bibliotekami kampusu Emory University w Atlancie, GA.

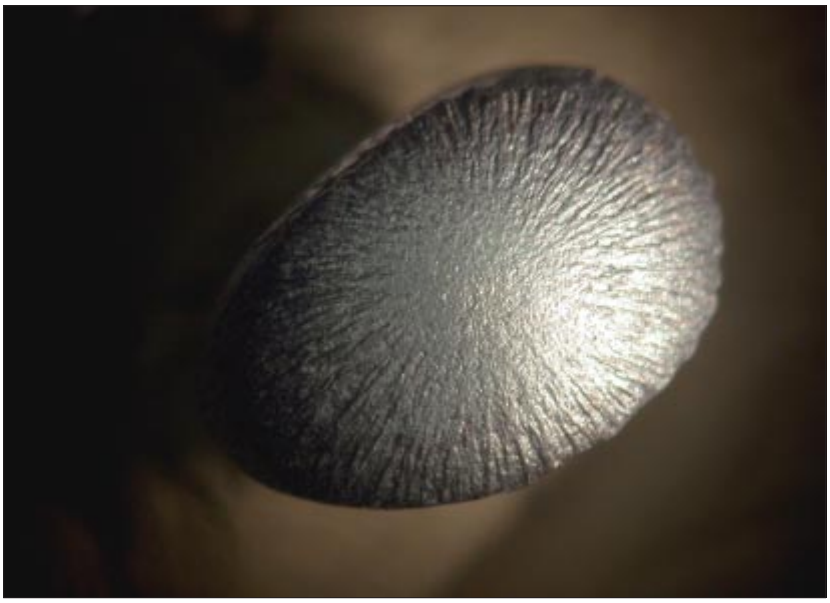
Małe utwory spływania na meteorytach Sikhote-Alin

O. Richard Norton

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 2. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Podczas tegorocznych targów w Tucson, w lutym, zawędrowałem, jak zawsze, do stoiska Magic Mountain Gems w dawnym motelu Pueblo (obecnie Riverpark), by zobaczyć, co mają do zaoferowania. Jak zwykle były tam okazy Sikhote-Alin ułożone w szeregu na półkach, wciąż po rozsądnych cenach. Większość kolekcjonerów dobrze zna te niezwykle artystyczne meteoryty żelazne Sikhote-Alin. Ja znałem je od dawna, ale zwykle były bardzo trudne do zdobycia. Jeszcze w 1983 roku uzgodniłem wymianę z dr E. L. Krinowem, przewodniczącym Komitetu Meteorytowego Radzieckiej Akademii Nauk. Biurokracja w Radzieckiej Akademii sprawiła, że prawie rok minął, zanim otrzymałem małe, drewniane pudełko z czymś, co uważałem wówczas za dwa najwspanialsze meteoryty, jakie kiedykolwiek widziałem. Jakże byłem naiwny. Jeden był całkowitym okazem meteorytu żelaznego równomiernie pokrytym regmagliptami z każdej strony. Był on płaski i prostopadłościenny, odzwierciedlający prostopadłościenny kształt kryształów kamacytu. Drugim był fragment oderwany najwidoczniej od znacznie większego okazu. Miał on kształt tarczy z gładko zaokrągloną powierzchnią i zakrzepłymi strużkami spływającymi do poskręcanych i postrzępionych krawędzi. Te dwa meteoryty z radzieckimi etykietkami wciąż należą do mych najcenniejszych okazów. Dziś większość kolekcjonerów dawno już zapełniła swe „przegródki na Sikhote-Alin" i prawdopodobnie te dość zwyczajne, nieszczególnie piękne okazy nie wzbudziłyby większego zainteresowania. Byłem jednak nimi tak oczarowany, że nazwałem jednego z mych białych psów samojedów Sikhote (podobnie jak sam meteoryt, na swój sposób jest on kraterotwórczy). Wtedy, w 1983 roku Sikhote-Aliny (i meteoryty i psy) były jeszcze rzadkimi okazami. Zauważyłem na targach w Tucson, że większość Sikhote-Alinów jest oczyszczona i pięknie przygotowana na wystawę. W przeciwieństwie do nich małe okazy, które dostałem od Krinowa, nie były zbytnio oczyszczone. Nie były szczotkowane i lśniące, jak na ogół są dziś, ale były dość rdzawe, mniej więcej takie, jak w momencie znalezienia.

Fot. 1. Cztery małe okazy Sikhote-Alin.



Fot. 2. Czołowa strona ważącego 7,4 g orientowanego okazu w kształcie maczugi.

Oglądając okazy na wystawie byłem zaskoczony niezwykłymi szczegółami struktury, które były widoczne już przez zwykłą, dziesięciokrotną lupę. Tom Smith, właściciel Magic Mountain Gems, z dumą wybrał kilka najlepszych okazów, małych, ale z wieloma szczegółami, i pozwolił mi zabrać je do domu, do zbadania. Ten artykuł opisuje, co zobaczyłem pod mikroskopem stereoskopowym. Oto na jednej dłoni był cały nowy świat do zbadania (fot. 1).

Meteoryty Sikhote-Alin występują we wszystkich rozmiarach i kształtach. Na początek wybrałem wydłużony, przypominający kształtem maczugę okaz ważący około 7 g i mający niecałe 25 mm długości. Zdjęcie 2 przedstawia ten okaz zamocowany pionowo

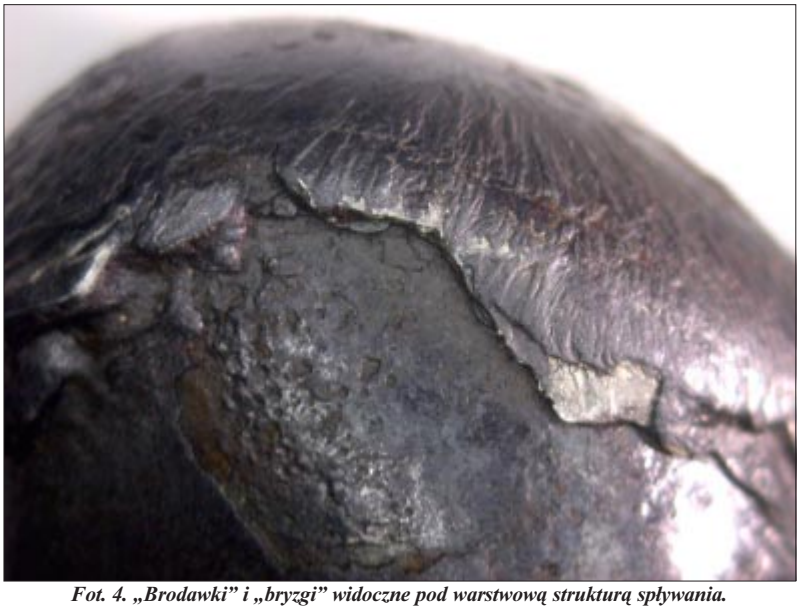
w plastelinie. Głębia ostrości jest tylko kilka milimetrów, co powoduje, że brzegi zdjęcia są nieco rozmyte, ale nie zmniejsza to pięknej symetrii tego małego okazu. Zdjęcie przedstawia jeden z dwóch eliptycznych końców tego orientowanego okazu z zakrzepłymi naciekami rozchodzącymi się promieniście od środka. Oświetlenie było doprowadzone światłowodem niemal tej samej wielkości, co sam okaz. Jest to potrzebne, by zachować równoległość wiązki światła.

Zdjęcie 3 przedstawia orientowany, kopulasty fragment ważący około 65,8 g. Kopuła ma trójkątne okno, które prawdopodobnie było oderwane od większej bryły. Drobne, biegnące równolegle, zastygłe strużki ciągną się od trójkąta, przy czym niektóre utwory zawijają się na siebie. Na zdjęciu 4 jest okaz o kształcie maczugi. W porównaniu z tylną stroną, która jest prawie pozbawiona szczegółów, na czołowej stronie dominuje materia spływająca z góry, pokrywająca większość powierzchni i łuszcząca się warstwami. Niemal we wszystkich okazach widać ślady spływania gorącego metalu wytworzone podczas wejścia w atmosferę. Na niektórych okazach widać biegnące równolegle struktury spływania, które tworzą wielokrotne warstwy.

Po obejrzeniu tych cudownych, małych skarbów zajrzałem do książki *Giant Meteorites* E. L. Krinowa, (tłumaczonej z rosyjskiego). Krinow kierował badaniami spadku Sikhote-Alin i także był pod wrażeniem zawiłości tych małych utworów. Starał się opisać niektóre z delikatnych struktur i kształtów, które uważał za bardzo niezwykłe i znaczące. Były to utwory, których nikt nie obserwował ani nie opisywał wcześniej. Określenia, które wykorzystywał przy pracach polowych, użył potem w swych pracach naukowych. Przykładowo: podobne do ciasta, nitki, brodawki, łańcuszki kropelek, bryzgi, gruboziarniste, prążkowane, frędzle i „wgłębienia jak ślady zębów myszy na serze," aby wymienić tylko niektóre. Większość z tych określeń nie weszła na stałe do leksykonu meteorytyki, ale pokazują one wyraźnie, jak Krinow próbował opisać te dziwaczne utwory, szczególnie te mniejsze, poskręcane i ogrzane kawałki metalu, których nie widział on na innych meteorytach.

Zachęcałbym każdego, by przyjrzeć się dokładniej tym „małym gościom" w naszych zbiorach. Możecie być zaskoczeni fascynującymi szczegółami, jakie możecie odkryć w najmniejszych z meteorytów.

Fot. 3. Ważący 65,8 g Sikhote-Alin z wyjątkowymi utworami spływania. Zauważcie nakładające się warstwy i zastygłe strużki.



Fot. 4. „Brodawki" i „bryzgi" widoczne pod warstwową strukturą spływania.

Fot. 5. Silne stopienie w meteorycie Sikhote-Alin. Widać liczne warstwy. Może to być miejsce, gdzie podczas przelotu przez atmosferę wytopił się schreibersyt. Czasem w dużych wgłębieniach spotyka się ślady schreibersytu.

Wtórne produkty ablacji z deszczu meteorytów Park Forest

David E. Johnson

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 2. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Występowanie ablacji meteoroidów podczas wchodzenia w ziemska atmosferę jest dobrze znane. W przypadku ciała kamiennego, gdy meteoroid wchodzi w atmosferę, jego prędkość powoduje tarcie o powietrze o wzrastającej gęstości, co powoduje wydzielanie się ogromnej ilości ciepła i prowadzi do ablacji głównego ciała przy czym materia „spala się" i pozostawia dymny ślad. Większość masy meteoroidu jest przekształcana w ten sposób w energię i tylko część pierwotnego ciała, jeśli jest ono dostatecznie duże, dociera do powierzchni Ziemi. W efekcie są więc dwa główne produkty przelotu dostatecznie dużego meteoroidu: (a) oderwana materia, która pozostawia ślad w atmosferze, często widoczny jako świecący lub dymny, i (b) meteoryty, które tworzą się, gdy meteoroid osiąga prędkość końcową, rozpada się na kawałki pod działaniem sił aerodynamicznych i następnie uderza w ziemię. Jednak podczas deszczu meteorytów Park Forest był wtórny produkt, który pojawił się podczas fazy ablacji, to jest maleńkie meteoryty (o wielkości co najwyżej 1 mm), które spadły poza normalnym obszarem rozrzutu. To jest omówienie dwóch relacji dotyczących wtórnego produktu z tego deszczu meteorytów.

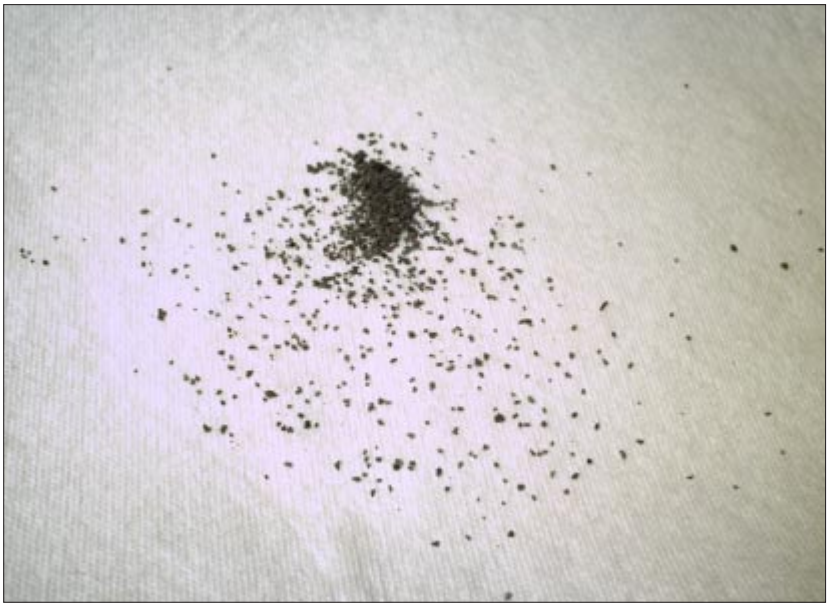
W nocy 26 marca 2003 roku w Chicago, Illinois, wystąpiło zjawisko, które nigdy wcześnie się tam nie zdarzyło — na peryferie miasta spadł meteoryt. Na całą naszą planetę meteoryty spadają wielokrotnie w ciągu roku, ale znalezienie się w miejscu spadku meteorytu, gdy on właśnie spada, zdarza się raz na całe życie. Coś takiego przydarzyło mi się tamtej nocy.

Owego dnia pracowałem na drugą zmianę, co było szczęśliwym zbiegiem okoliczności, ponieważ w momencie spadku meteorytu wracałem z pracy do domu. Jadąc z Chicago do Joliet, Illinois autostradą międzystanową 55 miałem zaszczyt obserwować meteor Park Forest. Gdy byłem koło miejscowości Darien, Illinois, niebo zaczęło się rozjaśniać, tak jakby blisko pojawiła się błyskawica. Niebo było zachmurzone, ale w okolicy nie było ani deszczu ani innych błyskawic, więc zaciekawiło mnie to, co zobaczyłem. Dzieląc uwagę miedzy niebo, a szosę po której jechałem (przy sześćdziesięciu milach na godzinę musiałem uważać), zobaczyłem, że całe niebo zrobiło się tak jasne, jak w dzień. Światło przefiltrowane przez chmury miało niesamowity, elektryczno-niebieski kolor, taki sam jak świecenie łuku elektrycznego. To światło trwało około trzech sekund, w ciągu których rozjaśniło się jeszcze bardziej. Zauważyłem, że światło zaczęło skupiać się za chmurami na południe od miejsca, gdzie się znajdowałem, i to zwróciło moją uwagę na ten kierunek.

Szczęśliwie gdy odwróciłem głowę na południe, patrząc przez ramię, zobaczyłem bolid, który akurat wynurzył się z chmur. Cała widoczna faza bolidu trwała około jednej czy dwóch sekund. W tym czasie widać było, jak bolid schodzi prawie pionowo w dół (początkowo oceniłem kąt na około siedemdziesiąt stopni), przy czym od zachodniej strony odłączyły się od niego trzy kawałki. Trajektoria tych trzech kawałków zakrzywiała się wstecz ku „ogonowi" bolidu. Niemal zaraz po zobaczeniu bolidu i główne ciało i trzy kawałki które się odłączyły, jednocześnie zgasły. Spojrzałem na zegarek w samochodzie: wskazywał 23:51. Zdając sobie sprawę z tego, co przed chwila widziałem, dojechałem do domu oniemiały ze zdumienia.

Po przybyciu do domu, rozemocjonowany opowiedziałem żonie, Lorenie, o tym co widziałem. Powiedziała mi, że też widziała, jak niebo się rozjaśniło i myślała, że to błyskawica. Porozmawialiśmy jeszcze kilka minut o tym zjawisku i poszliśmy spać. Następnego ranka, gdy oglądaliśmy poranne wiadomości i zaczęły pojawiać się relacje o spadku meteorytu, żona powiedziała mi więcej szczegółów o tym, czego była świadkiem.

Między innymi powiedziała, że po zobaczeniu błysku na niebie usłyszała, jak w dach naszego domu uderzają liczne cząstki. Mamy sklepione sufity, więc możemy łatwo słyszeć wszystko, co uderza w dach dostatecznie mocno, by wywołać dźwięk — tak jak deszcz, śnieg z deszczem itd. W czasie zdarze-

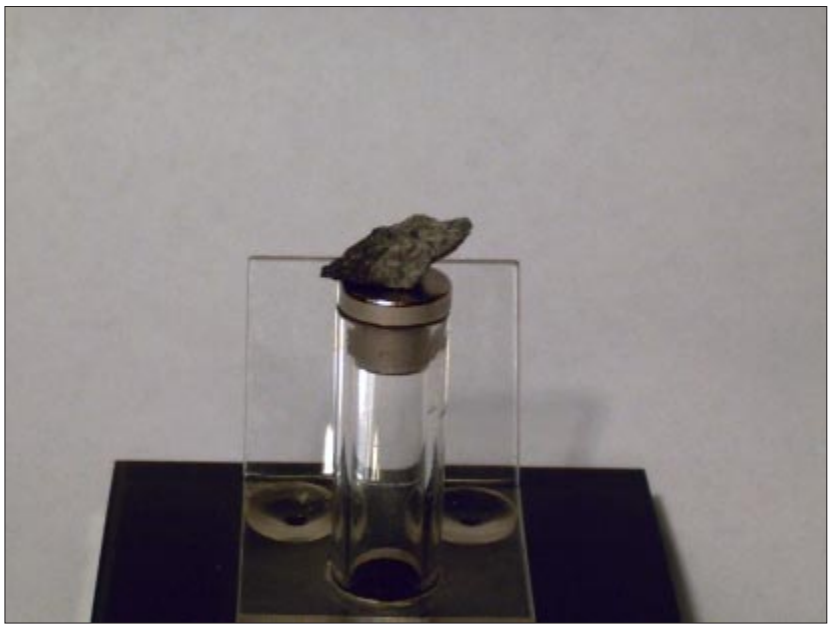


Fot. 1. Materiał wybrany z rynny domu autora, podobny do meteorytowych cząstek szukanych kilka dni po spadku. Ten materiał, który przyczepił się do magnesu, pochodzi tylko z dachu, nie z meteorytu.

nia żona pomyślała, że słyszy deszcz uderzający w dach, zwłaszcza że błysk światła mogła uznać za błyskawicę, więc nie zwracała już potem na to uwagi. Powiedziała, że brzmiało to, jak duża ilość deszczu w bardzo krótkim czasie, tak jak nagła ulewa. Gdy to usłyszałem, to wiedząc, że minionej nocy, w momencie spadku meteorytu deszcz koło mego domu nie padał, zrozumiałem, że oznacza to tylko jedno — że żona słyszała uderzenia cząstek oderwanych od meteoroidu wskutek ablacji, gdy przelatywał on przez atmosferę nad naszym domem. Ponieważ Joliet jest tylko około 30 mil od Park Forest, nie było wątpliwości, że powinniśmy słyszeć takie cząstki.

Po wysłuchaniu jej relacji o cząstkach uderzających w dom wyszedłem na zewnątrz i szukałem, patrząc na chodniki, podjazd i ulicę, by zobaczyć, czy zauważę jakieś cząstki, które słyszała moja żona. Po spadku w nocy była wichura, więc znalezienie tych cząstek tam, gdzie spadły, było mało prawdopodobne. Natknąłem się na parę malutkich kawałków, które mogły być spaloną skałą, ale ponieważ nie miałem pojęcia, jak właściwie powinny one wyglądać, nie byłem w stanie stwierdzić, czy mam jakąś z tych cząstek. Niewątpliwie większość wylądowała przed lub za domem. To niedobrze, bo byłby to namacalny dowód, że wtórne produkty ablacji rzeczywiście są wytwarzane. Jednak relacja mojej żony nie jest jedyną. Wśród opowieści o deszczu meteorytów w Park Forest w *Chicago Tribune* i w *CNN* znajduje się udokumentowana relacja mieszkańca Beecher, Illinois, który słyszał taki sam dźwięk cząstek uderzających w dach i następnego dnia znalazł malutkie czarne i szare kamyki rozsiane wokół jego domu. (Wydanie *Chicago Tribune* z 27 marca 2003 r. i wiadomości *CNN* — http://www.cnn.com/2003/TECH/space/03/28/meteor.shower.ap/) Oczywiście było to to samo, czego doświadczyła moja żona, a ponieważ osoba z artykułu rzeczywiście widziała cząstki, to istnienie wtórnych produktów ablacji nie budzi wątpliwości.

Ponieważ widziano dowody istnienia tych produktów, pojawia się kilka pytań. Po pierwsze, czy to zjawisko występuje przy innych spadkach meteorytów czy innych typach meteoroidów? Po drugie jak są te wtórne produkty rozrzucane podczas procesu ablacji i jak daleko od głównej trajektorii bolidu one spadają? Wreszcie czy należy zmienić definicję obszaru rozrzutu, by zaakceptować te wtórne produkty jako część całkowitej materii ze spadku meteorytu powiększając w ten sposób całkowite rozmiary tak zwanego obszaru rozrzutu? Pierwsze dwa pytania mają bezpośredni wpływ na ostatnie.



Fot. 2. Płytka z kamienia, który uderzył w dom Garza, kupiona przez autora kilka lat po spadku.

Gdyby rozszerzyć definicję obszaru rozrzutu by objąć tę materię z ablacji, to obszar rozrzutu Park Forest poszerzyłby się o 30 mil na zachód i o 5 mil na południe do miejsc, gdzie spadły cząstki. Relacje świadków przyszłych spadków meteorytów być może odpowiedzą ostatecznie na pierwsze pytanie, ale ponieważ meteoryt Park Forest był typowy, jest prawdopodobne, że to zjawisko występuje także przy innych spadkach. Być może podczas przepytywania świadków poszukiwacze meteorytów powinni wypytywać także o „zjawisko deszczu". Dziś standardowe oznaki lokalnego spadku meteorytu to oczywiście błysk światła z ablacji i efekty dźwiękowe (takie jak grom dźwiękowy). Czy należałoby dołączyć dodatkowy element, „zjawisko deszczu," jako oznakę lokalnego spadku meteorytu? Nie zaszkodziłoby spytać i dołączyć to do wywiadu z mieszkańcami możliwego obszaru spadku.

Byłyby potrzebne dalsze badania, by stwierdzić, jak wygląda rozrzut wtórnych produktów ablacji. Czy jest liniowy wzdłuż drogi głównej ablacji? Czy jest zdmuchiwany przez wiatry na różnych wysokościach, przez które przechodzi bolid? Najprawdopodobniej jest kombinacją obu możliwości, gdzie wtórne produkty są wytwarzane jak ślad statku na wodzie, a potem są roznoszone przez wiatry na różnych poziomach. W każdym razie te wtórne produkty mogą być cenną dziedziną badań i z pewnością, jeśli zostaną znalezione w porę, mogą stać się przedmiotem kolekcjonowania tak jak same meteoryty.

Email: drknite@gmail.com

David Johnson ma 41 lat i ukończony college z zakresu przetwarzania danych. Obecnie jest szefem grupy zaplecza technicznego dla jednego z rynków finansowych w Chicago. Jest żonaty, ma jedno dziecko, a do jego zainteresowań, jeśli czas pozwala, należy astronomia. Od czasu do czasu uczestniczy w różnych internetowych programach poszukiwawczych, takich jak szukanie przez SOHO komet zaczepiających o Słońce (dotąd znalazł jedną—C/2001 R5), oraz szukanie cząstek pyłu międzyplanetarnego Stardust@Home. Po zobaczeniu bolidu Park Forest został kolekcjonerem meteorytów (przeważnie micromountów). Jest także krótkofalowcem i lubi fotografować.

meteorytomania FORUM
Internetowe forum dyskusyjne http://meteorytomania.info

Typowy bolid dający meteoryty

Hal Povenmire

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 2. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Ponieważ każdy bolid jest niepowtarzalny, to nie ma czegoś takiego, jak przeciętny bolid dający meteoryty. Jest jednak wystarczająco dużo dobrze obserwowanych bolidów i dobrze udokumentowanych spadków meteorytów, aby dokładnie opisać, jak takie zjawisko powinno wyglądać.

Niecały jeden procent obserwowanych jasnych bolidów kończy się lądowaniem meteorytów na Ziemi. Większość jasnych meteorów wywołują resztki komet składające się z lodu lub lekkiej, słabo związanej materii zwanej chondrytami węglistymi. Chociaż mogą one wytworzyć jasny bolid, to rzadko udaje im się pokonać górny jeden procent ziemskiej atmosfery. To dlatego spadki meteorytów nie towarzyszą deszczom meteorów. Jasność bolidu jest wprost proporcjonalna do jego powierzchni. Materia chondrytu węglistego kruszy się bardzo łatwo i dlatego wytwarza dużą powierzchnię. Nawet bolid Sumava i Tunguski nie dały meteorytów.

Częstotliwość spadania meteorytów ocenia się na mniej więcej jeden meteoryt co dwie godziny, a przeciętną wagę meteorytu na około 0,1 kg. Proporcje różnych typów meteorytów można ocenić na podstawie znalezisk antarktycznych.

Większość spadków meteorytów zdarza się późnym popołudniem lub wczesnym wieczorem, czyli po stronie Ziemi odwróconej od nadlatującego gruzu z kosmosu. To jest tak samo jak tylna szyba samochodu, czyli wszystko, co spada z tego kierunku, musi dogonić Ziemię i dlatego względem niej porusza się wolniej. Najmniejsza prędkość, z jaką meteoryt może wejść w ziemską atmosferę, wynosi około 11,2 km/s. Jeśli meteoroid porusza się z prędkością około 35 km/s lub większą, nie może dać meteorytów, ponieważ ciśnienie powietrza zniszczy go nawet gdyby był zbudowany z żelaza i niklu.

Zazwyczaj bolid wygląda początkowo jak zwykły meteor, ale szybko jaśnieje do ujemnych wielkości gwiazdowych. Najprawdopodobniej jego ruch będzie wolny. Ponieważ większość meteoroidów, to małe planetoidy przecinające ziemską orbitę, to ich średnia prędkość jest około 22 km/s.

Najczęściej opisywany kolor bolidu jest niebiesko-biały, ponieważ wchodzi on w atmosferę z największą prędkością. Często wyraźnie obserwuje się dwie i więcej czystych barw, jak niebieska i żółta czy pomarańczowa. Jeśli bolid jest widoczny z dużej odległości i nisko nad horyzontem, może być widoczny jako zielony, ponieważ niebieska barwa jest pochłaniana przez atmosferę. Jego prawdziwy kolor byłby prawdopodobnie niebieski.

W miarę jak bolid jest hamowany, będzie widać więcej barwy czerwonej i pomarańczowej. Jest prawdopodobne, że w miarę spadania pojawi się fragmentacja. Jest ona tym mniejsza im bardziej spoisty jest materiał meteorytowy. Zwykle podczas spadania jądro koziołkuje. Nawet najbardziej spoista materia prawdopodobnie kiedyś uczestniczyła w zderzeniu i spękania powodują, że jednak rozpada się w trakcie spadania.

Występują dwa rodzaje śladów bolidu. Jeśli bolid jest szybki i lodowy, jak w przypadku Leonidów czy Perseidów, będzie miał ślad jonizacyjny, który może trwać wiele sekund. Jeśli bolid jest z kamienia, będzie miał ślad pyłowy. Jeśli droga w atmosferze jest długa, większość, albo nawet cały kamień może ulec ablacji. Ślad pyłowy jest zwykle biały, o ile nie jest widziany pod światło. Wtedy wydaje się ciemny lub czarny. Oba rodzaje śladów zwykle szybko przybierają poskręcany, zygzakowaty kształt z powodu szybkiego wiatru w górnych warstwach atmosfery. Nie wszystkie bolidy pozostawiają długotrwałe ślady. Wiele bolidów i kamiennych i lodowych, które były jaśniejsze od Księżyca w pełni, nie pozostawiło żadnych wyraźnych, długotrwałych śladów. Meteory z roju Leonidów o jasności –8,0 pozostawiły ślady jonizacyjne trwające 20 minut. Bolid o jasności –14,8 wielkości gwiazdowej z roju Upsilon Pegasid, z 19 sierpnia 1982 roku, pozostawił tylko dwusekundowy ślad, chociaż składał się z lodowej materii. [Uwaga redaktora Meteorite: Księżyc w pełni ma jasność –12,7 wielkości gwiazdowej, a Księżyc w pierwszej kwadrze około –10; Wenus może osiągnąć jasność –4,5]

Uważa się, że nawet meteory o jasności tylko –3,0 mogą dać meteoryty. Dobrym przykładem jest Bovedy z Irlandii Północnej. Nawet słynny meteoryt Lost City miał jasność tylko –11,0, mniej niż Księżyc w pełni, a spadł kamień ważący 15 kg.

Głowa albo jądro bolidu ma zwykle około 20 minut łuku średnicy i kształt gruszki. Rzadko ma tak dużą średnicę kątową jak Księżyc w pełni. Były doniesienia o średnicach przekraczających jeden stopień. Ognisty ślad ciągnący się za jądrem ma często 7 do 10 stopni długości i barwę pomarańczową.

Jeśli trajektoria bolidu na niebie kończy się potężną eksplozją, to meteoryty nie dotrą do Ziemi. Końcowa eksplozja oznacza, że dynamiczne siły spowodowane hamowaniem przez atmosferę przekroczyły wytrzymałość meteoroidu i rozleciał się on na drobne kawałki. Ta końcowa eksplozja zamieniła meteoroid w pył. Bolid dający meteoryty po prostu zgaśnie.

To podczas tej bardzo jasnej fazy przelotu przez atmosferę powierzchnia meteoroidu ogrzewa się do bardzo wysokiej temperatury z powodu hamowania w ziemskiej atmosferze. Temperatura powierzchni osiąga kilka tysięcy stopni i powierzchnia topi się. To powoduje powstawanie skorupy obtopieniowej, która może mieć kilka milimetrów grubości. Zwykle ma ona czarny, matowy kolor. Obserwowano też brązowawą skorupę, a w niektórych przypadkach barwa skorupy się zmieniała po kilku godzinach pobytu na Ziemi. Większość meteoroidów ulega całkowitej ablacji i nigdy nie dociera do powierzchni. Z reguły przeważająca część masy meteoroidu ulega ablacji w atmosferze i tylko mały procent dociera do powierzchni Ziemi jako meteoryt.

Im bardziej stromy jest tor spadania przez atmosferę, tym większe prawdo-

podobieństwo, że z meteoroidu coś zostanie. Meteoroid miałby największą szansę wylądowania na Ziemi, gdyby spadał zupełnie pionowo. Długa trajektoria o małym nachyleniu daje najmniejszą szansę przeżycia. Wydaje się, że największą szansę dotarcia do Ziemi mają meteoroidy od 1 do 10 kg.

Jeśli bolid dotrwa do wysokości około 30 km, to wejdzie w warstwę powietrza o takiej gęstości, że do Ziemi może dotrzeć grom dźwiękowy. Jeśli bolid wywoła potężny grom dźwiękowy, to oznacza, że zachował dużą ilość masy i sporą część kosmicznej energii kinetycznej. Na wszelkie zjawiska dźwiękowe wywołane przez bolid warto zwrócić uwagę, by zobaczyć, czy mógł on dać meteoryty. Jeśli obserwator jest prawie pod trajektorią bolidu lub przy jej końcu, to usłyszy ostry grom naddźwiękowy. Brzmi on jak eksplozja i może wstrząsnąć okolicą i spowodować pewne uszkodzenia takie jak pękanie szyb w oknach. Jest to często odczuwane jako fala ciśnienia. Bardziej w bok od trajektorii bolidu grom może nie być słyszalny, ale obserwator może słyszeć niski, przeciągły grzmot. Może być on słyszalny przez 40 i więcej sekund.

Zwykle na wysokości około 20 km prawie cała kosmiczna prędkość zostaje wytracona i meteoroidy spadają tylko pod wpływem siły ciężkości. Jest to tak zwany „Punkt zatrzymania." Jeśli w tym punkcie meteoroid ma prędkość 0,1 kilometra na sekundę lub mniej, to jest duża szansa, że coś spadnie. Proces ablacji jest już zakończony i meteoroid może spadać z prędkością około 400 km/h. Dotarcie do powierzchni Ziemi może zająć 120—150 sekund. Meteoroid w tej fazie już nie świeci i ta faza spadania jest nazywana „ciemnym lotem."

Grom dźwiękowy poprzedza teraz meteoroid przemieszczając się szybciej od niego, więc pierwszym sygnałem spadku meteorytu może być grom dźwiękowy. Meteoroidy mogą wytwarzać podczas spadania rozmaite dźwięki. Określano je jako syczenie, buczenie, gwizdy i „głuchy terkot" jak śmigłowiec.

Jeśli meteoryt uderzy w ziemię, odgłos uderzenia często słychać nawet w odległości 1 km. Zwykle w miejscu uderzenia będzie mały krater nazywany dołkiem uderzeniowym. Z reguły małe meteoryty kamienne zakopują się na mniej więcej 50 procent ich średnicy. Wielkość uszkodzeń zależy od powierzchni, na którą spadną. Zwarty meteoryt kamienny, który nie rozpadł się w atmosferze, może potem popękać, gdy uderzy w skalistą, twardą powierzchnię. Większość meteorytów kamiennych ma na skorupie spękania spowodowane uderzeniem.

W momencie spadku meteoryt jest zwykle gorący i będzie zbyt ciepły, by go podnieść. Z reguły to nagrzanie jest powierzchniowe i po kilku minutach meteoryt stygnie. Często na czarnej skorupie może pojawić się cienka warstewka szronu pokazująca, że wnętrze meteorytu jest wciąż zimne. Świeżo spadły meteoryt nie wywoła pożaru, jak głoszą opowieści.

Świeżo spadły meteoryt zwykle wydziela siarkowy zapach jak proch strzelniczy czy fajerwerki. W niektórych przypadkach ten zapach utrzymuje się przez kilka dni.

Po znalezieniu świeżo spadłego meteorytu nie należy go dotykać gołymi rękami i powinien być chroniony przed wilgocią. Można go włożyć do czystej, plastykowej torebki lub podnieść przez czystą gazetę. Nie należy go rozbijać. Powinien trafić do rąk specjalistów w ciągu kilku godzin, aby można go było zbadać na zawartość krótko żyjących izotopów i związków organicznych.

Autor odnalazł meteoryt Claxton, Georgia, już po 30 godzinach od spadku. Niestety przeszedł on już przez ręce wielu osób. Był jednak wystarczająco świeży, tak że udało się zmierzyć zawartość krótko żyjących izotopów.

Znamy przybliżony procentowy rozkład różnych typów meteorytów na podstawie znalezisk na Antarktydzie i na pustyniach. Najczęściej znajdowanym na Ziemi typem meteorytu jest meteoryt kamienny z niedużą zawartością metalu, typu L6, zwany chondrytem oliwinowo-hiperstenowym. Przeciętna wielkość meteorytu znajdowanego na Ziemi to około 100 gramów. Wiemy także, że liczba spadków meteorytów zmienia się w ciągu roku. Ziemia jest w aphelium, czyli najbardziej oddalona od Słońca, w czerwcu. To oznacza, że meteoryt minął peryhelium i oddalając się od Słońca dogania Ziemię. Miesiącem, w którym prawdopodobieństwo spadnięcia meteorytu jest największe, jest czerwiec. Jeśli połączymy te statystyki, to największa szansa na zobaczenie bolidu dającego meteoryty lub na zostanie trafionym przez meteoryt jest około połowy czerwca o trzeciej po południu i prawdopodobnie byłby to stugramowy chondryt L6.

Florida Fireball Patrol zbadał ponad 100 bolidów. Poza bolidem, który dał spadek meteorytu w Claxton, Georgia, jedyny inny bolid, który prawie na pewno zdaniem autora dał meteoryty, to bolid z 18 sierpnia 1973 roku nad środkową Florydą. Pomimo dokładnego wyznaczenia trajektorii i poszukiwań nie znaleziono żadnego meteorytu.

Email: Katiehal1@yahoo.com

Harold Povenmire urodził się w Columbus, Ohio, USA. W 1948 roku rozpoczął poważne obserwacje meteorów i obserwował Perseidy przez 54 kolejne lata. Zdając sobie sprawę, że tektyty z Georgii są dużą rzadkością i że ich obszar rozrzutu nie został wyznaczony, podjął się tego dzieła w 1970 roku. Cytat z jego książki: Tektites: A Cosmic Enigma, 2003. *Zdjęcie z www.michaelbloodmeteorites.com/MeteoriteFriends.html*

V KONFERENCJA METEORYTOWA PTM /WALNE ZEBRANIE PTM/ WROCŁAW 2008

Termin: 18-19-20 kwietnia 2008 r. (piątek – niedziela)

Miejsce:
Instytut Nauk Geologicznych, ul. Cybulskiego 30

Zgłoszenia uczestnictwa przyjmuje
Tomasz Jakubowski: illaenus@gmail.com

Artykuły na konferencję przyjmuje dr hab. Tadeusz Przylibski: tadeusz.przylibski@pwr.wroc.pl

Aktualne informacje na stronie:
http://www.ptmet.org.pl/wroclaw2008.htm

Zapraszamy!

Utrapienie z pseudometeorytami

Alan Rubin

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 3. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Jestem badaczem meteorytów w UCLA i niemal codziennie dostaję przesyłkę od kogoś, kto podejrzewa, że znalazł meteoryt. Niektóre osoby są realistami i rozumieją, że mają niewielką szansę; liczba ziemskich kamieni znacznie przewyższa liczbę pozaziemskich. Niektórych znalazców emocje przyprawiają o zawrót głowy i już wyobrażają sobie nowy dom w Aspen. Chociaż w rzadkich wypadkach znaleziska okazują się prawdziwymi meteorytami, to niemal każdy kamień, jaki dostaję pocztą, jest pseudometeorytem. Wśród próbek bywa klinkier z pieca, kawałki tlenku żelaza, fragmenty bazaltu i wapienia oraz szkło butelkowe. Otrzymywałem nawet skorupy glinianych garnków, żywicę i gałązki.

Niektóre osoby dołączają do okazów długie opisy i podkreślają, jak bardzo ich kamień przypomina zdjęcia z książek o meteorytach. Zdarzają się i tacy, którzy opisują prywatne problemy i trudności. Czasem wydaje się, że myślą oni, że jeśli tylko przedstawią swą rozpaczliwą sytuację, to będę skłonny uznać ich domniemany meteoryt za prawdziwy. Niektórzy nie mają ochoty przyjmować złych wieści i nie wierzą, gdy im mówię, że ich cenny kamień to kawałek rdzy. Nieliczni nikczemnicy zamierzają dokonać oszustwa i sprzedać swe kamienie jako meteoryty niezależnie od tego, co im powiem.

Pewnego dnia przyszedł do mego gabinetu młody mężczyzna z długą, ciemną brodą. Powiedział, że znalazł meteoryt, i że wygląda on tak samo, jak te na zdjęciach w książce. Wyjaśnił, że chociaż nie chodził do college'u, poszedł do „uniwersytetu na wysokości." W istocie ujawnił, że Bóg mu powiedział, że jego kamień jest prawdziwym meteorytem. Chciał jednak drugą opinię. Okazało się, że Bóg się pomylił.

Pewien gość ze Wschodniego Wybrzeża przysłał e-maila wyjaśniającego, że jest on w strasznych tarapatach finansowych. Jego bank ukradł mu pieniądze i zagroził, że cofnie mu pożyczkę i zagarnie jego majątek, jeśli nie okłamie on inspektorów FDIC (Federalna Korporacja Zabezpieczenia Wkładów). Zastosował się do tego, ale później odwiedziło go FBI i zagroziło więzieniem, jeśli się nie oczyści. Wyznał wszystko, ale po kilku miesiącach bank zajął jego dom, a fiskus skonfiskował wszystkie jego aktywa. Pozostał bez środków do życia i skończył śpiąc na kanapie przyjaciela, który na niego pomstował.

Po obejrzeniu programu o dealerze meteorytów modlił się, aby pewnego dnia mógł znaleźć cenny meteoryt i zacząć życie od nowa. Jednak jego kłopoty były przytłaczające. Pewnej nocy postanowił skończyć z tym wszystkim. Upił się i skoczył do Atlantyku podczas sztormu i wypłynął w głąb oceanu. Chociaż był słabym pływakiem, unosił się na wodzie przez wiele godzin, aż sztorm osłabł i pojawiło się słońce. Popłynął do brzegu i znalazł czarne kamienie. Był pewien, że to meteoryty, i że Bóg skierował go tam, by zebrał kamienie i odmienił swój los. Jednak gdy po paru dniach otrzymałem od niego przesyłkę, było oczywiste, że źle ulokował swą wiarę. (Otrzymałem od niego innego e-maila po roku, więc najwidoczniej moja szczerość nie skłoniła go do zakończenia życia.)

Kilka lat temu pewien latynoamerykański biznesmen przysłał ciemny kamień, który jego zdaniem na pewno pochodził z Księżyca. Powiedział, że ma on skamieniałości, co dowodzi, że na naszym niebieskim sąsiedzie było kiedyś życie. Mój kolega odpisał wyjaśniając, że ten kamień nie może być meteorytem księżycowym. Minęło parę miesięcy i gdy ten biznesmen zażądał zwrotu okazu, nie mogliśmy go znaleźć. Nie mógł uwierzyć, że naukowcy z UCLA mogą być tak nieporządni (chociaż innym naukowcom uwierzenie w to nie sprawia najmniejszego kłopotu), więc doszedł do wniosku, że spiskujemy przeciw niemu. Oskarżył nas, że badamy ten cenny kamień i nie mamy zamiaru wspominać, że to on go odkrył. Co noc zamykał główną masę swego znaleziska w sejfie, ale każdego ranka wydawało się, że kamień waży mniej. Był przekonany, że wysłaliśmy do jego domu CIA, by potajemnie odłupać kawałki jego okazu. Napisał nawet list do umierającego Carla Sagana skarżąc się na nasze brzydkie postępowanie. Nigdy nie udało nam się znaleźć jego okazu i w końcu biznesmen dał nam spokój.

Pewnego dnia przyszło pocztą pudełko zawierające kaboszony z zielonego szkła zawierającego kuliste bryłki metalu. Towarzyszący im list wyjaśniał, że były to próbki „szmarag-

Fot. 1. Typowy pseudometeoryt, wapień.

dowego meteorytu." Obejrzałem okazy i doszedłem do wniosku, że to jakiś rodzaj przemysłowej szlaki. Badacze meteorytów ze Smithsonian Institution w Waszyngtonie zanalizowali inne fragmenty tego zielonego szkła i doszli do tego samego wniosku. (Okazało się, że te kamienie były próbkami krzemionkowo-manganowej szlaki wytworzonej przez Union Carbide i wyrzuconej na brzegu jeziora Erie kilkadziesiąt lat temu.) Znalazcy twierdzili jednak, że były to meteoryty zebrane przez Wikingów jakieś tysiąc lat temu. W telefonicznej rozmowie ze znalazcami stwierdziłem, że te kawałki zielonego szkła są rzeczywiście ładnymi kamieniami i czegoś takiego jeszcze nie widziałem. Chociaż dalej wyjaśniłem, że nie są to meteoryty, ta ostatnia część mego komentarza nie znalazła się na stronie internetowej o szmaragdowym meteorycie.

Każdy badacz meteorytów może opowiedzieć podobne historie. Chociaż dostajemy zapłatę za badanie pozaziemskiej materii w laboratorium starając się odtworzyć historię początków naszego Układu Słonecznego, romantyczny i komercyjny urok meteorytów wymaga kontaktu z publicznością. Jak wszyscy wiedzą, ilekroć to się zdarzy, rezultaty są fascynujące.

***Email*:** aerubin@ucla.edu

Alan Rubin jest Badaczem Geochemikiem w Instytucie Geofizyki i Fizyki Planet w UCLA.

* * *

Od redaktora: Dr Rubin tylko musnął temat. Mógłbym dorzucić jeszcze opowieści znalazców, jak widzieli, że ten kamień spadał, chociaż sam stopień zwietrzenia wskazywał na długi pobyt znaleziska na naszej planecie. Sporo osób liczy na to, że ich długi i barwny opis okoliczności znalezienia przekona mnie, że to jednak meteoryt. Zdarzył się nawet ziemski kamień, którego pozaziemskie pochodzenie poświadczał doktor chemii (znalazca chyba nie bardzo mu wierzył, skoro zwrócił się do mnie). Z pewnością sporo do powiedzenia na ten temat miałby także prof. Łukasz Karwowski. Sądzę, że pseudometeoryty są warte omówienia również od strony mniej rozrywkowej, a bardziej merytorycznej.

Fot. 2. Kawałek magnetytu z pustyni Mojave.

Fot. 3. Wulkaniczna scoria.

Fot. 4. „ Szmaragdowy meteoryt," który okazał się przemysłową szlaką. Fot. Michael Zolensky, JSC.

Uwagi do artykułu zatytułowanego „Od Grootfontein do Windhoek: Meteoryty Namibii”

Ronnie Mckenzie

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 3. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Jako zapalony kolekcjoner meteorytów i stały czytelnik kwartalnika *Meteorite*, z zainteresowaniem przeczytałem artykuł o meteorytach Namibii opublikowany w numerze z lutego 2007 (Meteoryt 2/2007 — przyp. red.), napisany przez pana R. McGowna. Po przeczytaniu uznałem, że powinienem przesłać uwagi dotyczące niektórych kwestii poruszanych w artykule, które moim zdaniem wymagają pewnych wyjaśnień. Pracuję w RPA i Namibii od ponad 24 lat, a meteoryty kolekcjonuję od ponad 20 lat. Uważam moją kolekcję za całkiem przyzwoitą i jak wiele prywatnych zbiorów mam typowe okazy, włącznie z Gibeonami, które jak sądzę ma w swoich zbiorach większość kolekcjonerów.

Artykuł omawia szereg zagadnień, z częścią których całkowicie się zgadzam, a co do niektórych mam wrażenie, że nie mają wiele wspólnego z rzeczywistością w Namibii. Jeśli chodzi o niedawną kradzież kilku dużych meteorytów Gibeon z efektownej wystawy w centrum Windhoek, całkowicie zgadzam się z opinią pana McGowna, że kolekcjonerzy i dealerzy muszą zniechęcać do takich kradzieży bojkotując każdego oferującego skradzione okazy. Co powiedziawszy chciałbym jednak zauważyć, że te okazy są wielkości od 150 kg do 500 kg, czyli nie są to rozmiary, jakimi byłaby zainteresowana większość kolekcjonerów. Ponadto wszystkie one są wyraźnie oznaczone kolejnymi numerami wyrytymi w metalu, tak że nikt stykający się z takim okazem nie będzie miał wątpliwości co do jego pochodzenia.

Kolekcjonując meteoryty od ponad 20 lat chciałbym zauważyć, że w szczególności meteoryty Gibeon łatwo było kupić u wielu dealerów z Namibii i w Afryce Południowej i w USA. Pamiętam, jak duże ilości (wiele setek kilogramów, przeważnie o wielkości do 10 kg) meteorytów Gibeon oferowano po $6/kg. Według przepisów obowiązujących w owym czasie w kupowaniu meteorytów Gibeon w RPA (gdzie wówczas mieszkałem) nie było nic nielegalnego i o ile wiem, obecne przepisy dotyczące dziedzictwa kulturalnego w RPA nadal na taką sprzedaż zezwalają. Chociaż nie jestem prawnikiem, sądzę, że prawa dotyczące własności meteorytów w Namibii nie były wyraźnie określone, ponieważ ten kraj był oficjalnie protektoratem RPA, zanim uzyskał pełną niepodległość w 1993 roku. Zanim to nastąpiło, ogromne ilości meteorytów Gibeon wywieziono do muzeów i zbiorów na całym świecie, szczególnie w Europie i USA, a tylko niewielka część była wysłana do dealerów w RPA.

Niezależnie od stanu prawnego mieszkańcy terenu występowania meteorytów Gibeon stworzyli swój „przemysł chałupniczy” poszukując tych metalowych okazów na terenie, który uważali za „swoją ziemię.” Dostarczali oni często swe znaleziska dealerom w RPA, którzy kupowali je i sprzedawali kolekcjonerom, zarówno tym miejscowym, takim jak ja, ale głównie tym w USA, gdzie jest oczywiście największy rynek meteorytowy na świecie. Dochody ze sprzedaży meteorytów były często jedynym źródłem dochodów dla tamtejszych mieszkańców, i chociaż jestem pełen uznania dla wysiłków dr Gabi Schneider, mam także wrażenie, że te starania mogą przynieść więcej szkody niż pożytku mieszkańcom, którym z założenia mają pomóc. Gdyby te same prawa, które obowiązują w USA, obowiązywały w Namibii, nie byłoby wątpliwości, że mieszkańcy maja prawo posiadać i sprzedawać to, co znajdą na swej ziemi. Takie prawo stworzyłoby także dodatkową możliwość uzyskiwania dochodów od gości chcących samodzielnie przeszukiwać teren. Jeszcze na początku lat dziewięćdziesiątych odwiedzałem kilkakrotnie obszar rozrzutu Gibeona i spędziłem wiele dni i tygodni na poszukiwaniach meteorytów bez powodzenia. Zawsze trzeba zatrudnić do pomocy miejscowych, co z kolei daje im możliwość zarobku. Chociaż nigdy nie udało mi się znaleźć meteorytu na tym terenie, samo przeszukiwanie jednej z najstarszych i najładniejszych pustyń świata było dużą przyjemnością. Znane znaleziska meteorytów Gibeon wskazują, że obszar rozrzutu rozciąga się na kilkaset kilometrów w każdym kierunku, więc meteoryty Gibeon mogą się znajdować na powierzchni ponad 60 000 km^2. Dlatego trudno mi się zgodzić ze stwierdzeniem, że większość meteorytów Gibeon znaleziono i wyeksportowano z Namibii. Każdy odwiedzający ten obszar szybko zrozumie, że po prostu nie jest możliwe, aby tamtejsi mieszkańcy oczyścili obszar rozrzutu Gibeona z meteorytów. Sądzę raczej, że znalezione dotąd Gibeony pochodzą z łatwo dostępnych obszarów, położonych niedaleko zamieszkałych terenów, a większość Gibeonów pozostała nietknięta dla przyszłych pokoleń. Są dosłownie setki „farm” na obszarze rozrzutu, których nigdy nie przeszukiwano, i przy obecnych przepisach pewnie już tak zostanie. Wrzucanie do jednego worka sprzedaży wielu tysięcy małych całkowitych okazów z kradzieżą trzech dużych kawałów żelaza z centrum Windhoek nie jest właściwe.

Jeśli chodzi o sprzedaż meteorytów Gibeon na targach minerałów w USA, powtarzany jest *zarzut*, że wystawili je na sprzedaż „handlarze z Afryki Południowej, którzy przypuszczalnie przeszmuglowali je z kraju”. Sądzę, że nie jest to najszczęśliwsze stwierdzenie do umieszczania w takim artykule, ponieważ jest ono zupełnie nieuzasadnione i w najlepszym razie jest informacją z drugiej ręki. Będąc jednym z może 20 prywatnych kolekcjonerów w RPA, gdzie chyba nie ma więcej niż 10 dealerów, stwierdziłem, że praktycznie żaden z południowoafrykańskich deale-

rów nie oferuje na sprzedaż Gibeonów, a te, które pojawiają się na rynku, pochodzą sprzed wielu lat. Wątpię, czy jakikolwiek handlarz z RPA odważy się teraz szukać, czy kupować Gibeony w Namibii.

W moim własnym przypadku jedyne Gibeony, jakie zdołałem kupić w ostatnich trzech latach, to były dwa dość ładne okazy sprzedawane przez pewnego amerykańskiego kolekcjonera i obecnie znajdują się one w USA. Co roku bywam na jednym z targów minerałów w USA i zawsze mam kilka Gibeonów z mojej kolekcji na sprzedaż lub wymianę. Czuje się urażony zarzutem postawionym w artykule, że wszelkie Gibeony oferowane przez „południowoafrykańskich handlarzy" zostały przez nich przeszmuglowane z Namibii; to po prostu nie jest prawda. Wciąż można kupić Gibeony na każdych większych targach minerałów i pochodzą one najprawdopodobniej sprzed 10 czy 15 lat, gdy niektórzy mieszkańcy z Gibeona zebrali je i sprzedali w RPA lub wysłali bezpośrednio do USA.

Przepisy dotyczące meteorytów w Namibii i Afryce Południowej zmieniły się znacznie przez ostatnie 23 lata i większość Gibeonów pojawiających się dziś na rynku pochodzi najprawdopodobniej sprzed wielu lat, ponieważ od kiedy przepisy się zmieniły, dostawy praktycznie się urwały. Nie ma zupełnie sposobu sprawdzenia, bez udokumentowanego pochodzenia, które meteoryty zostały otrzymane legalnie, a które nie.

Pan McGown wspomina także w artykule o mieszkańcu Windhoek, który został aresztowany za nielegalny zakup meteorytu, jednego z trzech usuniętych z postumentów. W tym przypadku muszę się zgodzić z panem McGown, że zakup ewidentnie skradzionego meteorytu jest całkowicie nie do zaakceptowania i dobrze, że dr Schneider i władze Namibii schwytały odpowiedzialnych (wśród których nie było nikogo z RPA, jak podają gazety). Według doniesień mediów wspomniany mieszkaniec był trzymany w areszcie przez miesiąc, po czym został zwolniony za kaucją. Maksymalna kara za takie przewinienie wynosi R5000 (około $US 800), i wygląda na to, że władze chciały w tym przypadku dać przykład. Według doniesień mediów sprawa ciągnęła się ponad rok

„Kosmiczna dziura," dziesięciokilogramowy Gibeon.

i została w końcu umorzona. Niestety oskarżony zmarł wkrótce potem z powodu komplikacji spowodowanych miesięcznym pobytem w więzieniu. Naprawdę wątpię, czy ktokolwiek, zwłaszcza spośród południowoafrykańskich dea-lerów, zdecyduje się na podobne przestępstwo po takim przykładzie zademonstrowanym przez władze.

Pan McGown uwypukla także wandalizm związany ze słynnym meteorytem Hoba, gdzie ludzie odpiłowywali kawałki uszkadzając ten największy ze znanych meteorytów na świecie. Znów muszę całkowicie zgodzić z panem McGownem, że jest to nie do przyjęcia i musi być zaprzestane. Muszę jednak dodać, że nie znam dealera ani kolekcjonera w Afryce Południowej (łącznie ze mną), który miałby kawałek Hoby czy to w kolekcji czy na sprzedaż. Można jedynie sprawdzić różne strony internetowe, by zobaczyć, kto sprzedaje Hobę i nie sądzę, by dało się znaleźć choć jedną ofertę z RPA. Trzeba być bardzo ostrożnym ze wskazywaniem palcem w takich przypadkach.

W końcowej części artykułu pan McGown postuluje wprowadzenie ostrzejszych przepisów zabraniających zbierania i sprzedaży meteorytów w Namibii, takich jak obecne przepisy w RPA. Mogę się mylić, ale sadzę, że takie przepisy już istnieją i zbieranie, sprzedaż czy wymiana jakiegokolwiek namibijskiego meteorytu w Namibii jest już nielegalna. Południowa Afryka ma podobne przepisy, chociaż można zupełnie legalnie kupować, wymieniać czy sprzedawać meteoryty z innych krajów, ponieważ przepisy dotyczące dziedzictwa odnoszą się tylko do meteorytów z własnego kraju. Wydaje mi się pewną hipokryzją ze strony autora zachęcanie do wprowadzenia takich surowych przepisów w innym kraju, gdy prawo w jego własnym kraju pozwala na zbieranie i sprzedaż meteorytów. Dlaczego tak zdecydowanie uważa, że Namibia powinna wprowadzić przepisy, które jedynie nie pozwolą na nowe, być może cenne znaleziska? Sugerowałbym raczej, aby Namibia zmieniła przepisy tak, aby zachęcić do zbierania meteorytów na zasadzie jakiejś formy zezwoleń, gdzie wszelkie znalezione meteoryty mogłyby zostać legalnie wyeksportowane po dokonaniu oceny przez odpowiednie władze. W ten sposób mogą się wzbogacić o parę fantastycznych okazów, a nie tylko o Gibeony, które uczciwie mówiąc, nie mają już większej wartości naukowej.

Jak większość zapalonych kolekcjonerów meteorytów kupuję meteoryty od wielu dealerów i mam w swej kolekcji chyba przynajmniej 200 różnych meteorytów. Nie mam zupełnie pojęcia, ile z nich wywieziono z kraju ich pochodzenia bez odpowiednich zezwoleń i podejrzewam, że jeśli ktokolwiek przejrzy swój własny zbiór, to stwierdzi to samo.

Warto także zauważyć, że sam znalazłem kilka lat temu meteoryt kamienny w stercie kamieni ogrodowych, które pochodziły z Namibii (zupełnym przypadkiem — to długa historia) i leżały przez parę lat na końcu ogrodu. Okazało się w końcu, że główna masa

tkwiła przez ponad 20 lat w murku ogrodowym przy jednej z głównych ulic w Windhoek. Był to jeden z największych chondrytów H3 dotąd znalezionych (zob. artykuł o Korra Korrabes w kwartalniku *Meteoryt*, 2/2001, s. 13) i o ile wiem wciąż jest największym meteorytem kamiennym znalezionym dotąd w Namibii. Skontaktowałem się z dr Schneider i przekazałem dla jej muzeum połowę głównej masy, oraz około 20 kg małych fragmentów, które mogła ona wykorzystać do badań lub na wymianę. Powiedziałem także, że gdyby jeszcze był potrzebny materiał do celów badawczych, to chętnie podaruję, ile będzie trzeba. Podarowałem około 40 kg fragmentów różnym szkołom na całym świecie. Nadal pozostało mi trochę okazów, które są dość brzydkie, ale niemniej są częścią mojej kolekcji.

Ciekawe, że w artykule nie wspomniano ani słowem o meteorycie Korra Korrabes, ani o fakcie, że południowoafrykański kolekcjoner znalazł duży meteoryt w murze w Windhoek i przekazał połowę do miejscowego muzeum. O ile wiem, nie jest on pokazywany nigdzie w Namibii i żaden z fragmentów nie ujrzał światła dziennego odkąd zostały one podarowane muzeum. Zbadanie i sklasyfikowanie meteorytu Korra Korrabes kosztowało mnie sześć miesięcy i sporo pieniędzy, a jedyni ludzie z dostateczną wiedzą i doświadczeniem, by to zrobić, byli na South African University. W tej samej stercie kamieni było jeszcze sześć innych meteorytów kamiennych, także z Namibii. Zostały one podarowane South African University i po sześciu latach nie zostały jeszcze sklasyfikowane. Artykuł pana McGowna przedstawia południowoafrykańskich dealerów (a w domyśle także kolekcjonerów) w bardzo złym świetle, co w moim odczuciu jest niesprawiedliwe.

Jeśli ktoś twierdzi, że pragnie, aby wszystkie meteoryty należały do ludzi danego kraju, to powinien zainteresować się tymi ludźmi i zapewnić, aby mieli oni dostęp do meteorytów. Wątpię, czy podaruję jeszcze jakieś meteoryty z mojego zbioru instytucjom, które zamkną do nich dostęp, albo co gorsza, po prostu gdzieś je zgubią. Jestem przekonany, że gdyby zmieniły się przepisy w Namibii i RPA, tak aby wolno było zbierać i sprzedawać meteoryty (jak na przykład w USA), to zainteresowanie tym tematem znów znacznie by wzrosło. Ponieważ wiele ważnych odkryć naukowych dotyczących meteorytów dokonują zapaleni kolekcjonerzy, w przeciwieństwie do urzędników państwowych, mogłoby to stworzyć nową formę turystyki, co z kolei mogłoby pomóc mieszkańcom różnych terenów znanych z występowania meteorytów. W obecnym stanie rzeczy nikt nie szuka meteorytów w RPA i wystarczy tylko spojrzeć na liczby sklasyfikowanych meteorytów, by zobaczyć, jak mało ich pochodzi z RPA czy Namibii. Nie oznacza to, że nie ma tam meteorytów, ale że stan prawny zabija wszelką inicjatywę i motywację do ich poszukiwania.

Email: ronniem@wrp.co.za

Ronnie McKenzie ma doktorat z budownictwa lądowego i obecnie kieruje firmą specjalizującą się w konserwacji i zarządzaniu zasobami wodnymi. Mieszka w RPA i w Australii, gdzie jego firma wykonuje większość prac. Ma duży zbiór meteorytów, w tym dwa różne z Namibii (Gibeon i Korra Korrabes) i żadnego z RPA. Jego kolekcja została zweryfikowana i zaakceptowana przez Radę Dziedzictwa RPA.

Z tegorocznej konferencji Meteoritical Society w Tucson

Andrzej S. Pilski

Na konferencji nie byłem, bo za daleko, za drogo i nie mówią tam po polsku. Na szczęście dobrym źródłem informacji o tematyce poruszanej na konferencji są abstrakty publikowane w Meteoritics and Planetary Science (Vol. 42, Supplement, 2007 August). Objętość tej publikacji wielokrotnie przekracza objętość „Meteorytu", dlatego wybrałem tylko kilka tematów, które mnie szczególnie zainteresowały.

Chondry i chondryty

Jak zawsze zdania na temat pochodzenia chondr były podzielone, ale odnoszę wrażenie, że powoli koncepcja planetarnego pochodzenia chondr zaczyna brać górę. Tradycyjnie głównym jej orędownikiem był Ian S. Sanders. Jak mówi, 15 lat temu Robert Hutchison przekonał go, że chondry nie powstały w wyniku stopienia małych grudek pyłu w mgławicy, ale w dużych obiektach, planetozymalach czy też protoplanetach, albo wskutek stopienia materii podczas zderzeń, albo, co Sandersowi bardziej odpowiada, wskutek zderzeń ciał już stopionych.

Sanders zwrócił uwagę, że wszechobecność stopionych ciał w mgławicy słonecznej, w ciągu pierwszych dwóch milionów lat jej istnienia, nie budzi w zasadzie wątpliwości. Proporcje izotopów wolframu wskazują, że w ciągu miliona lat po powstaniu CAI żelazne jądra protoplanet były stopione. Wiadomo też, że glinu-26 było wystarczająco dużo, by umożliwić w tym czasie niemal całkowite stopienie ciał o średnicy nawet tylko 30 km. Zderzenia z udziałem tych stopionych ciał były więc nieuniknione, a ich rezultatem musiały być chmury kropelek stopionych skał. Wiek chondr we wszystkich typach meteorytów skupia się między 1,5 a 2,5 miliona lat, co dobrze pasuje do tego scenariusza.

Taki sposób powstawania chondr jest zgodny z wieloma obserwacjami. Pierwotny skład chemiczny chondr można wytłumaczyć całkowitym stopieniem i wymieszaniem materii, ograniczony zakres maksymalnych tempe-

ratur mógł być wynikiem konwekcji, a powszechność stopionych ciał i nieuniknione częste zderzenia tłumaczą obfite powstawanie chondr. Obserwowaną korelację Si/Mg z wiekiem chondry można wytłumaczyć stopniowym osiadaniem oliwinu w magmie protoplanety, a osiadanie żelaza przed zderzeniem może tłumaczyć mniejszą zawartość Fe, Co i Ni w chondrytach L i LL.

Wytworzona po zderzeniu fontanna kropel płynnej skały mogła tworzyć środowisko potrzebne do formowania się chondr. Gęstość w chmurze kropel była wystarczająca do powstawania chondr zespolonych, a z otaczającej przestrzeni mogły dołączyć się ziarna przedsłoneczne. Z dużych kropel mogły powstać megachondry. Wzajemne promieniowanie cieplne opóźniało stygnięcie chondr w chmurze. Okruchy zgruchotanej skorupy tłumaczą obecność achondrytowych fragmentów w chondrytach. Niestopione ziarna pyłu wchłonięte przez krople mogą być opisywane jako ziarna reliktowe. Osiadanie gorących, jeszcze plastycznych chondr może tłumaczyć deformacje chondr przez sąsiadujące chondry. Odparowane składniki lotne mogą lokalnie kondensować, łączyć się z pyłem tworzącym ciasto skalne i tłumaczyć wtórną dyfuzję do chondr i dopełniający skład chondr i ciasta skalnego w niektórych chondrytach.

Zwolenników powstawania chondr bezpośrednio w mgławicy reprezentowali C. M. O'D. Alexander, J. N. Grossman i D. S. Ebel. Przyznali jednak, że chociaż większość cech chondr jest zgodna i ich formowaniem się w dysku protoplanetarnym, to nie ma na to niepodważalnych dowodów. Większość argumentów jest pośrednia na zasadzie dyskredytowania innych proponowanych mechanizmów.

Autorzy przyznali, że różnice chemiczne, fizyczne i strukturalne między chondrami z różnych grup chondrytów, oraz różne tempa stygnięcia chondr, wskazują, że zjawiska formowania się chondr miały lokalny charakter i dość ograniczony zasięg. Aby te różnice zachowały się w turbulentnej mgławicy słonecznej, chondry musiały powstać krótko przed przyłączeniem się do ciał macierzystych. W tym kontekście trudno wytłumaczyć różnice wieku miedzy chondrami w jednym meteorycie sięgające 1—2 milionów lat. Trudno także wyjaśnić zawartość składników lotnych w chondrach, które musiałyby wyparować, gdy chondry były stopione. Ich obecność wymagałaby więc, aby wymiana gazu z chondrą była kontynuowana w niskich temperaturach. Autorzy stwierdzili jednak, że sód był obecny w chondrach nawet w wysokiej temperaturze, co wymagałoby dużej ilości pyłu, trudnej do uzyskania w istniejących modelach mgławicy.

Jeśli chodzi o inne modele powstawania chondr, autorzy stwierdzili, że jest mało prawdopodobne, aby wulkanizm na planetoidach mógł wydajnie wytwarzać chondry; w przypadku zderzeń większość energii idzie na kruszenie a nie stopienie skały; a jeśli chodzi o zderzanie się stopionych planetoid, autorzy są zdania, że takie ciała musiałyby ulegać szybkiej dyferencjacji, czego śladów w chondrach nie widać. Autorzy jakoś nie zauważyli, że ostatnio stwierdzono, iż w przypadku zderzeń planetoid pokrytych grubą warstwą regolitu nie bardzo jest co kruszyć i większość energii zderzenia idzie na stopienie skały. Odnoszę także wrażenie, że autorzy zapomnieli, że przy małej grawitacji na niewielkich planetozymalach dyferencjacja nie jest tak szybka, jak na Ziemi.

D. S. Ebel w odrębnym wystąpieniu przedstawił paleomagnetyczne dowody na zlokalizowane formowanie się chondr i szybką akrecję ciała macierzystego w dysku protoplanetarnym. Na wstępie przypomniał, że chondry i matrix sa chemicznie komplementarne, ponieważ niezależnie od typu chondrytu dają w sumie skład chemiczny zbliżony do słonecznego, chociaż różne chondryty mają różne stosunki chondr do matrix, różne dominujące typy chondr i różne średnie składy chondr i matrix osobno. Potwierdza to hipotezę, że chondry formowały się w wyniku lokalnego ogrzania skupień pyłu i zaraz potem łączyły się z otaczającym pyłem tworząc ciała macierzyste.

Ebel stwierdził, że chondry w Bjurböle (L/LL4) i Allende (CV3) mają przypadkowe orientacje naturalnej pozostałości magnetycznej, więc były namagnesowane przed akrecją. Niedawne precyzyjne analizy tych meteorytów i Karoonda (CK4) dały wyniki informujące o właściwościach pól magnetycznych w mgławicy słonecznej. Wynika z tego, że chondry w Allende i Karoonda formowały się pod działaniem różnych pól, co potwierdza hipotezę lokalnego formowania się chondr.

Wydaje mi się jednak, że lokalne formowanie się chondr bardziej pasuje do koncepcji ich formowania się na protoplanetach. Lokalne ogrzanie mgławicy słonecznej prowadzące do powstania chondr musiałoby także zaowocować zwiększoną turbulencją w mgławicy, co nie sprzyjałoby szybkiej akrecji. Szybka akrecja byłaby natomiast oczywista w otoczeniu protoplanety.

M. K. Weisberg, D. S. Ebel i H. C. Conolly Jr. zajęli się petrologią matrix w chondrycie Semarkona uważanym za najmniej zrównoważony z chondrytów zwyczajnych, a więc zawierający najbardziej pierwotną materię. Stwierdzili, że matrix składa się z izolowanych ziaren minerałów, porowatych, drobnoziarnistych skupień, okruchów skał magmowych i rzadko spotykanych mikrochondr. Budowa niektórych okruchów sugeruje, że są to fragmenty chondr. Izolowane ziarna, to głównie oliwin. Mikrochondry mają około 0,05 mm średnicy i zawierają kryształy oliwinu w szkliwie. W sumie matrix jest bardzo niezrównoważoną mieszaniną materii Układu Słonecznego zarówno pierwotnej jak i przeobrażonej. Występują w niej także ziarna przedsłoneczne. Część matrix ma ślady przeobrażeń hydrotermalnych, ale większość wygląda na pierwotną. Autorzy kontynuują badania nad pochodzeniem materii matrix.

Rhian H. Jones zajął się zmetamorfizowaną, magmową inkluzją w chondrycie H5 Oro Grande. Inkluzję tę opisano najpierw jako okruch stopu pozderzeniowego będący drobnokrystaliczną mieszaniną oliwinu i plagioklazu z dodatkiem piroksenu i metalu. Taki opis nie oddaje, zdaniem autora, jej niezwykle złożonej struktury. Rzeczywiście przeważa w niej drobnoziarnista mieszanina oliwinu i plagioklazu, ale są też liczne obiekty wyglądające na relikty prakryształów o złożonej budowie. W niektórych dominuje diopsyd z dodatkiem piroksenu niskowapniowego i plagioklazu. Czasem mają one jeszcze obwódki z apatytu. Inne składają się z drobnoziarnistych przerostów piroksenu niskowapniowego, diopsydu, oliwinu, plagioklazu, pigeonitu i podrzędnie chromitu. Mają one cienkie obwódki z przerostów diopsydu z plagioklazem. W całej inkluzji występuje podrzędnie metaliczne żelazo i troilit

oraz, rozsiany w postaci mikroskopijnych kryształków, chromit. Skład wszystkich minerałów w inkluzji jest w zasadzie identyczny ze składem minerałów w macierzystym chondrycie i typowy dla chondrytów zwyczajnych.

Według autora inkluzja powstała jako porfirowa skała magmowa, która prawdopodobnie przeżyła silne zdarzenie szokowe, podczas którego prakryształy piroksenów zostały rozbite, a powstały stop pozderzeniowy oliwinu i plagioklazu zakrzepł dając belkową strukturę oliwinu. Równowaga chemiczna inkluzji wskazuje, że i powstanie pierwotnej skały i zderzenie nastąpiło przed metamorfizmem ciała macierzystego. Chociaż struktura inkluzji jest podobna do belkowych chondr oliwinowych, to w chondrach nigdy nie obserwowano reliktowych prakryształów. Nie można więc twierdzić, że inkluzja jest po prostu dużą chondrą. Autor traktuje inkluzję jako argument za planetarnym pochodzeniem chondr.

Jeszcze silniejszy argument za planetarnym pochodzeniem chondr zaprezentował A. K. Sokol z kolegami omawiając achondrytowe fragmenty w zbrekcjowanych chondrytach zwyczajnych. W chondrycie Adzhi-Bogdo (LL3-6) będącym brekcją regolitową, znaleźli oni kilka okruchów skały magmowej, do której najlepiej pasuje określenie „granitoid alkaliczny". W zbrekcjowanym chondrycie Study Butte (H3-6) zaobserwowano okruch skały magmowej o składzie andezytu. Ponieważ te fragmenty najprawdopodobniej uformowały się w wyniku stopienia i dyferencjacji magmy w ciele macierzystym, to ich obecność wskazuje na mieszanie się fragmentów achondrytowych ze składnikami chondrytów. Nie znaleziono śladów radiogenicznego ^{26}Mg, więc uformowanie się tych magmowych okruchów, włączenie ich do regolitu i lityfikacja musiały nastąpić późno, po rozpadzie prawie całego ^{26}Al.

Aby sprawdzić, czy achondrytowe fragmenty uformowały się na ciele macierzystym chondrytu, czy też pozostały po zderzeniu z achondrytową planetoidą, zbadano proporcje izotopów tlenu. Dla achondrytowych fragmentów z obu chondrytów proporcje te mieszczą się w przedziałach wartości dla chondrytów zwyczajnych, co oznacza, że te fragmenty nie przybyły z zewnątrz, albo pochodzą z tego samego regionu mgławicy słonecznej co chondryty zwyczajne. Granitowe fragmenty mogą pochodzić z tego samego ciała macierzystego co chondryt Adzhi-Bogdo. Natomiast proporcje izotopów tlenu dla andezytowego fragmentu odpowiadają chondrytom LL, chociaż fragment ten jest w chondrycie H3-6.

Stardust

Wiele uwagi poświęcono badaniom cząstek z komety Wild-2 dostarczonych przez sondę Stardust. Zespół pod kierunkiem D. E. Brownlee przestawił wyniki badań cząstki, która wpadając w aerożel rozleciała się na ponad 22 kawałki znaczące jej tor w aerożelu. Stwierdzono, że wszystkie te fragmenty są ze sobą powiązane i że oryginalna cząstka nie była przypadkowym zlepkiem minerałów. Z sześciu zbadanych fragmentów wszystkie zawierają żelazowy oliwin, przy czym w niektórych przypadkach jest to praktycznie czysty forsteryt. W dwóch fragmentach znaleziono kamacyt z towarzyszącym schreibersytem, w dwóch piroksen wapniowy, w jednym szkliwo zawierające sód i glin, dwa zawierały chromit i dwa siarczki. Badacze stwierdzili, że analizowana cząstka nie była przypadkowym zlepkiem minerałów. Jej skład mineralny jest zupełnie inny niż w przypadku typowych cząstek pyłu międzyplanetarnego (IDP) i w toku dalszych badań będą poszukiwane ewentualne powiązania ze składnikami chondrytów.

G. J. Flynn zaprezentował wyniki analizy składu chemicznego 23 fragmentów tkwiących w aerożelu i w siedmiu kraterkach w folii aluminiowej. Średni skład jest podobny do składu chondrytów CI, ale mniej jest żelaza i siarki, a więcej niektórych umiarkowanie lotnych pierwiastków. Uwagę zwracają jednak duże różnice składu poszczególnych fragmentów.

Ponieważ żaden minerał nie ma składu CI, skład ten oznacza, że próbka składa się z wielu minerałów o różnym składzie. Wielkość, przy której skład cząstki zaczyna zbliżać się do średniego składu, stanowi wskazówkę co do przeciętnej wielkości ziaren w materii komety. W przypadku IDP w skupiskach o wielkości 100 nanogramów występują niewielkie różnice składu, co wskazuje, że większość ziaren bezwodnych IDP jest wyraźnie mniejsza niż 100 ng. W przypadku fragmentów z komety Wild-2 zawierających żelazo, nawet w najbardziej masywnych cząstkach stosunki Ni, S i Ca do Fe różniły się o rząd wielkości. Wskazuje to, że minerały zawierające te pierwiastki nie są równomiernie rozmieszczone w cząstkach o masach > 0,1 ng, a więc ziarna tych minerałów muszą być stosunkowo duże.

D. J. Joswiak, D. E. Brownlee i G. Matrajt przedstawili wyniki badań mineralogicznych ziaren z 16 śladów w aerożelu. Poszczególne cząstki miały bardzo różny skład mineralny od ziaren monomineralnych do „skał" składających się z różnych krzemianów, tlenków, siarczków, metalicznego żelaza z niklem, szkliwa i paru nietypowych minerałów jak richteryt, roedderyt i prawdopodobnie majoryt. Jeden ślad zawiera minerały CAI, w tym inkluzje osbornitu, a parę innych ma skład mineralny podobny do niektórych chondr. W czterech śladach dominowały duże, monomineralne ziarna klinoenstatytu, pentlandytu, kamacytu i w czwartym dwa osobne ziarna forsterytu i pirotynu.

Większość zbadanych cząstek z komety Wild-2 składa się z różnych minerałów, przy czym najczęściej występuje piroksen a po nim oliwin. Różnorodność minerałów wskazuje, że kometa Wild-2 składa się z bogatego i różnorodnego nagromadzenia „skał", z których wiele wykazuje mineralogiczne podobieństwo do znanej materii meteorytowej jak CAI czy chondry.

Inne wystąpienia dotyczyły szczegółowego badania poszczególnych cząstek uwięzionych w aerożelu, a ich wyniki są podobne do przedstawionych wyżej. Przebadano dotąd tylko niewielką część śladów w aerożelu i można się spodziewać, że na następnej konferencji również będzie sporo prac na ten temat.

Seymchan

Ponieważ od dawna byłem zainteresowany właściwym sklasyfikowaniem tego meteorytu, z satysfakcją odnotowałem, że wreszcie ktoś postawił kropkę nad i. Wyniki przedstawił w imieniu grupy badaczy D. van Niekerk. Seymchan został początkowo sklasyfikowany jako meteoryt żelazny IIE, ale już kilka lat później został przeklasyfikowany na niezgrupowany meteoryt żelazny. Na podstawie informacji M. A. Nazarowa autor podaje, że ekspedycja na miejsce

znalezienia w 2004 roku znalazła więcej okazów, z których około 20 % miało strukturę pallasytu. Znaleziska te są słabo udokumentowane, ale na zdjęciach przekrojów widać nierównomierne rozmieszczenie oliwinu i metalu. Żyły metalu mają po kilkadziesiąt centymetrów długości, a obok są strefy, gdzie dominuje oliwin. Ziarna oliwinu także mają różną wielkość: od centymetrów do milimetrów. Pallasytami, które podobnie mają duże fragmenty czysto metalowe, są Glorieta Mountain i Brenham.

Analiza składu chemicznego metalu potwierdziła, że okazy czysto metalowe i pallasytowe mają taki sam skład, więc ich występowanie niedaleko siebie świadczy, że pochodzą ze wspólnego spadku. Zawartość pierwiastków śladowych lokuje Seymchana w głównej grupie pallasytów, ale ze względu na wysoką zawartość irydu uznano go za anomalny (PMG-am). Podobnie sklasyfikowano Glorietę i Brenhama, chociaż ich skład nie jest identyczny z Seymchanem.

Badanie dwóch płytek pallasytowej części Seymchana przy pomocy mikrosondy elektronowej i skaningowego mikroskopu elektronowego pokazało, że przeważnie nie jest on zwietrzały i składa się z metalicznego żelaza z niklem, oliwinu, troilitu, chromitu, schreibersytu i whitlockitu. W metalu przeważa kamacyt z małą zawartością niklu, ale obrzeża regionów plessytowych mają nawet 37% Ni. Ziarna oliwinu są zaokrąglone i przeniknięte troilitem wzdłuż granic ziaren i spękań. Schreibersyt występuje przeważnie na styku oliwinu i metalu. Stwierdzono także obecność whitlockitu. Chromit znaleziono tylko w jednej płytce. Analiza izotopów tlenu w ziarnach oliwinu dała wyniki mieszczące się w zakresie głównej grupy pallasytów.

Nie ulega już więc wątpliwości, że Seymchan jest pallasytem. Jeśli chodzi o skład mineralny, to widać skutki tego, że autorzy opisują meteoryt o bardzo niejednorodnej strukturze na podstawie dwóch niedużych płytek. Na przykład schreibersyt jest częsty także w okazach czysto metalowych i występuje w postaci wydłużonych, kilkucentymetrowych inkluzji. Oliwin występuje w postaci ziaren przedzielonych metalem, jak w większości pallasytów, ale zdarzają się też izolowane ziarna oliwinu otoczone większymi polami metalu, albo duże obszary ziaren oliwinu przedzielonych tylko cienkimi płytkami troilitu. Niejednokrotnie oliwin występuje tylko w powierzchniowej strefie okazów czysto metalowych co sugeruje, że meteoroid rozpadał się wzdłuż stref oliwinowych, które mają mniejszą wytrzymałość.

Piknik na brzegu krateru

Andrzej S. Pilski

Pomysł zorganizowania pikniku we Fromborku chodził za mną od dawna, ale zaraz pojawiało się retoryczne pytanie „a kto to będzie robił". Piknik wypada zrobić w porze letniej, a dla mnie jest to okres najbardziej wytężonej pracy w planetarium i obserwatorium. Odpowiedź pojawiła się niespodziewanie, gdy Kościół Zielonoświątkowy we Fromborku zorganizował na terenie Obserwatorium ekumeniczne spotkanie pastorów. Byłem zaszokowany sprawnością organizacyjną i przyszło mi do głowy spytać, nie bardzo wierząc w pozytywną odpowiedź, czy nie zorganizowaliby pikniku. Zgodzili się.

Termin został wybrany ze względu na obecność w tym czasie we Fromborku Anny i Kazimierza Mazurków. W ten sposób dwójkę uczestników już miałem zagwarantowaną. Poza oficjalnym komunikatem zacząłem obsyłać mailami przede wszystkim klientów ASPMETu, ale sporo było odpowiedzi typu: „bardzo chętnie, ale niestety mam już zaplanowany urlop". Ostatecznie okazało się to z korzyścią, bo dwukrotnie większa liczba uczestników byłaby trudna do zniesienia dla organizatorów, a tak było gości w sam raz.

Generalnie zawiedli ci, którzy mieli najbliżej, czyli kolekcjonerzy z Gdańska i Elbląga, a za to przyjechali goście aż z drugiego krańca Polski: Elżbieta i Ryszard Pelcowie, którym za przebycie rekordowej odległości chciałbym specjalnie podziękować. Rekordowa odległość byłaby większa, ale Erich Haiderer z Wiednia, który zapowiedział przyjazd, w ostatniej chwili odwołał wizytę przysyłając jedynie meteoryty. Blisko połowa uczestników przybyła z Warszawy i okolic. Ekipie z Lidzbarka Warmińskiego towarzyszył znany autor fantastyki Andrzej Pilipiuk, który ma kilka meteorytów i czasem wplata je do swych opowiadań.

Pozostał jeszcze do rozwiązania problem meteorytów. Sklepik ASPMETu od dawna świecił pustkami, a latem nie było czasu na szykowanie nowych okazów. Nawet jak próbowałem coś sprowadzić, to Poczta robiła co mogła, by to się nie udało. Kilka zamówionych meteorytów przybyło dwa dni po pikniku. Na szczęście pomogła konkurencja: poza Erichem Haidererem meteoryty (ładnie zapudełkowane) przysłał także Marcin Cimała. W ten sposób był to chyba pierwszy piknik z ofertą nie tylko od jednego dealera. Namawiałem też uczestników do wystawienia na sprzedaż zbywających okazów z kolekcji, ale, poza Kaziem Mazurkiem, najwidoczniej takowych nie mieli.

Pogoda okazała się tak łaskawa, że nie padało. W tym roku jednak na Wybrzeżu jesień rozpoczęła się już z początkiem wakacji i dla pikniku pogoda nie zrobiła wyjątku. Było tak zimno (4 sierpnia), że zimne napoje zupełnie nie miały powodzenia, a ognisko okazało się bardzo istotnym elementem imprezy, bo było gdzie się ogrzać. Niemniej posłużyło także do upieczenia kiełbasek.

Porządne zorganizowanie pikniku kosztuje, a że nie mając bogatej oferty nie mogłem liczyć na zarobek, wymyśliłem „opłatę konferencyjną", która pokryła większość kosztu poczęstunku i opłatę za zwiedzanie Obserwatorium należącego do Muzeum Mikołaja Kopernika. Muzeum bezpłatnie udostępniło teren na piknik i wypożyczyło trzy gabloty, w których leżały meteoryty, dołączając w ten sposób do grona organizatorów. Podczas pikniku nie reprezentowałem jednak Muzeum, bo tego dnia miałem wolne. Głównymi organizatorami byli więc ASPMET i przyjaciele z Kościoła Zielonoświątkowego: Grażyna Bernaszuk i Magdalena i Krzysztof Piotrowscy, bezpośrednio dbający o wygodę gości, a także Małgorzata i Artur Czupajło, którzy jednak w samym pikniku nie mogli uczestniczyć z powodu innych obowiązków.

Przy organizacji pomagał także Krzysztof Socha.

Piknik odbywał się na brzegu krateru meteorytowego Frombork, ale ten brzeg został obniżony o ładnych parę metrów wskutek działania żwirowni pamiętającej jeszcze niemieckie czasy. W tej byłej żwirowni został umieszczony budynek administracyjny obserwatorium i piknik odbywał się obok niego. Zbocza widoczne na zdjęciach nie są więc zboczami krateru.

Główną atrakcją pikniku miały być dwa kilkunastokilogramowe okazy Moraska z widocznymi przekrojami, ale goście przestali zwracać na nie uwagę, gdy swoje okazy wyciągnęła ekipa z Warszawy. Najpierw wszyscy z zainteresowaniem oglądali niedawno znaleziony okaz Pułtuska, zaskakująco mało zwietrzały, a potem każdy się przymierzał do domniemanego meteorytu księżycowego przywiezionego z Omanu. Te okazy były jednak tylko do oglądania. Z oferty efektownie prezentowała się duża piętka Gibeona od Ericha, z dwoma systemami figur (wciąż do wzięcia), a także spory fragment Allende z bardzo ładną skorupą, który jednak długo nie poleżał.

Dodatkową atrakcją dla uczestników pikniku była możliwość obejrzenia wystawy meteorytów ze zbioru Kazimierza Mazurka prezentowanej w Wieży Kopernika. Niektóre okazy były już wielu uczestnikom znane z innych wystaw, ale wkomponowane w całość wystawy i w otoczeniu murów pamiętających Kopernika, który w tej wieży miał swoją komnatę, nabierały innego wyrazu. Termin pikniku zbiegł się z obchodami Dni Fromborka, więc ci, którzy przyjechali wcześniej, mogli obejrzeć w piątkowy wieczór plenerowe przedstawienie Teatru Elbląskiego na Wzgórzu Katedralnym.

Dochodzą do mnie głosy, że piknik był udany, za co chciałbym gorąco podziękować wszystkim organizatorom i uczestnikom.

Fot. 2. Pułtusk przywieziony przez Marka Woźniaka. Fot. Jarosław Bandurowski.

Fot. 1. Z lewej organizatorzy: Andrzej S. Pilski (część astronomiczna) i Grażyna Bernaszuk (część gastronomiczna). Z prawej Marek Wierzchowiecki. Fot. Danuta Wierzchowiecka.

Fot. 2. Na pierwszym planie Jacek Drążkowski (z meteorytem) i Tomasz Kubalczak (jeszcze bez). Fot. Jarosław Bandurowski.

Fot. 3. Krzysztof Socha opisuje swoje znaleziska. Słuchają Andrzej Pilipiuk, Tomasz Kubalczak, Marek Woźniak, Zbigniew Tymiński i na pierwszoplanowej ławce Marcin Stolarz z rodziną. Fot. Jacek Drążkowski.