

KWARTALNIK MIŁOŚNIKÓW METEORYTÓW

METEORYT

Nr 2 (46) Czerwiec 2003 ISSN 1642-588X

W numerze:

- meteoryty księżycowe
- Thuathe
- 19. polski meteoryt
- Tucson 2003
- Sylacauga
- nieziemskie bazalty

Meteoryt księżycowy DaG 400

Meteoryt (ISSN 1642-588X)
– biuletyn dla miłośników meteorytów wydawany przez Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne, Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku i Pallasite Press – wydawcę kwartalnika Meteorite, z którego pochodzi większa część publikowanych materiałów.

Redaguje Andrzej S. Pilski

Skład: Jacek Drązkowski

Druk: Jan, Lidzbark Warm.

Adres redakcji:

skr. poczt. 6

14-530 Frombork

tel. 0-xxxx-55-243-7218 w. 23

e-mail: aspmet@wp.pl

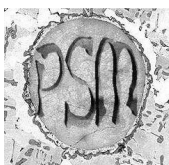
Biuletyn wydawany jest kwartalnie i dostępny głównie w prenumeracie. Roczna prenumerata wynosi w 2003 roku 24 zł. Zainteresowanych prosimy o wpłacenie tej kwoty na konto Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego nr:

15401072-3724-36001-00-01

w BOŚ SA O/Olsztyn,
zaznaczając cel wpłaty.

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

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



Subscribe to METEORITE

Pallasite Press
P.O. Box 33-1218
Takapuna, Auckland
NEW ZEALAND
4 issues per year \$US27
(2nd class airmail)
VISA & MasterCard accepted
www.meteor.co.nz

Od redaktora:

Riposta na moje narzekanie w poprzednim numerze na brak nowych meteorytów była błyskawiczna. W okolicach Chicago, w nocy 27 marca rozdzwoniły się telefony na policji, że jakieś łobuzy rzucają kamieniami. Policjanci „zaaresztowali” około 60 czarnych kamieni, sprawców uszkodzeń domów i samochodów. Szczegółową relację obiecał redaktor „Meteorite” w następnym numerze.

Seminarium Meteorytowe w dwusetną rocznicę deszczu w L'Aigle odbyło się i było bardzo interesujące. Chętnych do napisania relacji jednak nie zauważyłem. Olsztyńskie Planetarium obiecało publikację z zaprezentowanymi referatami.

Grzegorz Pacer zaprosił na kolejny piknik meteorytowy do Rudnika Wielkiego koło Częstochowy, 13 lipca. Niestety opóźnienie tego numeru uniemożliwiło powiadomienie czytelników „Meteorytu” na czas. Przykro mi, bo poprzednie dwa pikniki w Rudniku były bardzo udane i kolejny też zapowiadał się ciekawie. Dlatego zachęcam do zaglądania na stronę Polskiego Serwisu Meteorytów, gdzie łatwiej o aktualne informacje.

Trudno rywalizować z Grzegorzem, ale przy okazji wakacyjnych wędrówek zapraszam do Fromborka na Księżyc. Od miesiąca można obejrzeć w planetarium największy, pokazywany publicznie w Polsce, kawałek Księżyca (widoczny na okładce). Można też, umówiwszy się wcześniej, obejrzeć meteority oferowane przez ASPMET. Nie wolno mi sprzedawać meteorytów w planetarium, ale możemy umówić się na spotkanie na neutralnym gruncie.

Słownik języka angielskiego każe tłumaczyć „lunatic” jako „wariat”. Uznałem jednak, że „lunatyk” jest tu lepszym odpowiednikiem, gdyż Norbert Classen jest nie tylko zwariowany na punkcie Księżyca, ale jak lunatyk podąża za jego okruchami starając się zgromadzić ich jak najwięcej. Już po napisaniu artykułu szczęście jego sięgnęło Księżyca; osobiście znalazł w Omanie dwa nowe meteority księżycowe.

Andrzej Kotowiecki, który w Olsztynie przedstawił relację z odnalezienia meteorytów Częstochowa-Raków i Wietrzno-Bóbrka, sądzi natomiast, że znalazł nowy, polski meteoryt, również w postaci wyrobu. Niepokoi mnie jednak niska zawartość niklu. Zgłoszenie do Nomenclature Committee zostało wysłane i pozostaje czekać na wynik.

Ponieważ Jackowi Drązkowskiemu coraz trudniej znaleźć czas na składanie „Meteorytu”, czego wyrazem jest opóźnienie tego numeru (za co przepraszam), szukam kogoś dysponującego czasem i umiejętnościami, kto przynajmniej od czasu do czasu mógłby Jacka wyręczyć. Czy jest ktoś taki?

Andrzej S. Pilski

Meteorologia



W pogoni za Księżycem — wyznania lunatyka

Norbert Classen

Zdjęcia: Thomas Vettori

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 2. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Podobnie jak wielu innych chłopców, którzy dorastali na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku, zawsze byłem zahipnotyzowany różnymi misjami kosmicznymi NASA — szczególnie programem Apollo i pierwszymi lądowaniami ludzi na Księżycu. Mały krok Neila Armstronga okazał się rzeczywiście wielkim krokiem ludzkości, i materiałem, z którego powstawały dziecięce marzenia. Oczywiście chciałem sięgnąć do gwiazd, zostać astronautą, polecieć na Księżyc i dalej badać ogrom wszechświata. Jednak podobnie jak wiele innych dziecięcych marzeń, nie stało się ono rzeczywistością — przynajmniej nie w taki sposób, jak planowałem.

Po latach trafiłem na inną drogę do gwiazd. Od wczesnego dzieciństwa badałem i kolekcjonowałem skały i minerały i pewnego dnia na początku lat dziewięćdziesiątych poszedłem do Gregora Pacera, polskiego dealera minerałów i meteorytów na jednej z naszych lokalnych giełd minerałów. Były tam, siedzące na jednej z jego półek — meteoryty — prawdziwe skały z kosmosu. Stałem tam jak wryty podziwiając z nabożeństwem i podnieceniem różne okazy meteorytów kamiennych i żelaznych, jakie miał on na sprzedaż. Choć czytałem o meteorytach w różnych książkach na temat minerałów, nie zdawałem sobie sprawy, że w ogóle jest możliwe posiadanie prywatnie kawałka tych rzadkich posłańców z kosmosu. Zawsze myślałem, że wszystkie z niewielu okazów meteorytów były bezpiecznie zamknięte w muzeach i instytutach — niedostępne i poza zasięgiem, tak samo jak Księżyc i gwiazdy.

Moja kosmiczna pasja odżyła na nowo. Wtedy, jako ubogi student, nie miałem dość pieniędzy, aby zdobyć więcej niż małą, wytrawioną płytkę Gibeona i malutki groszek Pułtуска. Mój Boże, byłem tak szczęśliwy dodaj-

ając te niezwykle, pozaziemskie okazy do mojej kolekcji minerałów. W następnych latach, ponieważ odnosiłem coraz większe sukcesy jako autor, coraz więcej pieniędzy wydawałem na nowe meteoryty do mojej rosnącej kolekcji, takie jak rozmaite meteoryty żelazne, chondryty, trochę eukrytów, piękną płytkę Esquel i jednogramową kostkę Zagami, mój pierwszy meteoryt marsjański. Uczepiłem się mego nowego hobby i spędzałem mnóstwo czasu studiując dostępną literaturę.

Jednak aż do końca lat dziewięćdziesiątych moja działalność kolekcjonerska nie miała konkretnego celu. Oczywiście, chciałem mieć różne typy meteorytów, tak dużo, jak się tylko dało, aby dodać do mego zbioru przynajmniej jedną próbkę każdego ciała macierzystego, ale nie dawało mi to takiej satysfakcji, jak sądziłem. Z jednej strony kolekcjonowanie jest zawsze wysiłkiem umysłowym, poszukiwaniem wiedzy, jak zbieranie kawałków układanki i układanie w całość, by dostać większy widok, nową perspektywę. Z drugiej strony wszelkie kolekcjonowanie jest niewąt-

pliwie oparte na bardziej archaicznych instynktach, na poleceniach zakorzenionych w naszych genach — fakt, który dotyczy przynajmniej większości męskiej części naszego gatunku. Kolekcjonowanie wydaje się być blisko związane z polowaniem i gromadzeniem trofeów, jako świadectwa naszych osiągnięć i zdolności. Oczywiście piękne, rzadkie i trudne do zdobycia trofea są bardziej pożądane niż, powiedzmy, zniszczona skóra starego królika.

To samo jest prawdą w stosunku do meteorytów, a więc coraz bardziej koncentrowałem się na niektórych perłach w meteorytowej koronie, rzadkich achondrytach, a szczególnie okazach pochodzenia planetarnego — skałach księżycowych i marsjańskich. Kolekcjonowanie meteorytów planetarnych stało się czymś w rodzaju obsesji, prawdziwym wyzwaniem dla mnie i najbardziej satysfakcjonującą działalnością w sensie polowania na trofea. Te skały są niezwykle rzadkie i trudne do zdobycia, więc uznawane są za znakomitą zdobycz, ponieważ ich upolowanie wiąże się z pewnym ryzykiem, przynaj-



Ważąca 1,158 g płytka bazaltu z morza księżycowego, NWA 479, ma wymiary 20×19×1 mm. Ten meteoryt pochodzi z tego samego spadku, co słynny NWA 032, i jest jednym z niewielu bazaltów z mórz, znalezionych poza Antarktydą. Podziękowania dla Bruno Fectaya i Carine Bideaut.

mniej w sensie finansowym. Niektórzy ludzie zaznajomieni z meteorytami i moją kolekcją są skłonni uważać mnie za milionera, ale tak nie jest. Jestem bardziej świadomym tego szaleńcem, który woli kupić kolejny kawałek Marsa czy Księżyca zamiast zbudować dom, czy kupić nowy samochód. Moim celem stało się dołączenie do mojej kolekcji przynajmniej jednej reprezentatywnej próbki każdego księżycowego i marsjańskiego meteorytu, a w tym artykule chciałbym opowiedzieć o księżycowych meteorytach w ogóle i o moich prywatnych poszukiwaniach Księżyca i księżycowych kamieni.

Wielkimi krokami jest to, co robisz

Przez wieki naukowcy zastanawiali się nad możliwością, że niektóre meteoryty w naszych zbiorach mogą w rzeczywistości pochodzić z Księżyca, a wielu badaczy nawet wierzyło, że tajemnicze tektyty są wytworami dużych wulkanicznych erupcji na Księżycu — ciekłą lawą gwałtownie wyrzucaną przez księżycowe wulkany z dostateczną siłą, by przezwyciężyć przyciąganie Księżyca, a następnie spaść na Ziemię w postaci tektytów. W końcu gdy misje Apollo i Luna dostarczyły pierwsze oryginalne próbki księżycowe, uznano, że jest dostępny ostateczny test dla tych koncepcji. Jednak z porównań wynikało, że próbki nie pasują ani do tektytów ani do żadnej grupy achondrytów i musiało minąć jeszcze z dziesięć lat zanim zidentyfikowano pierwszy meteoryt księżycowy.



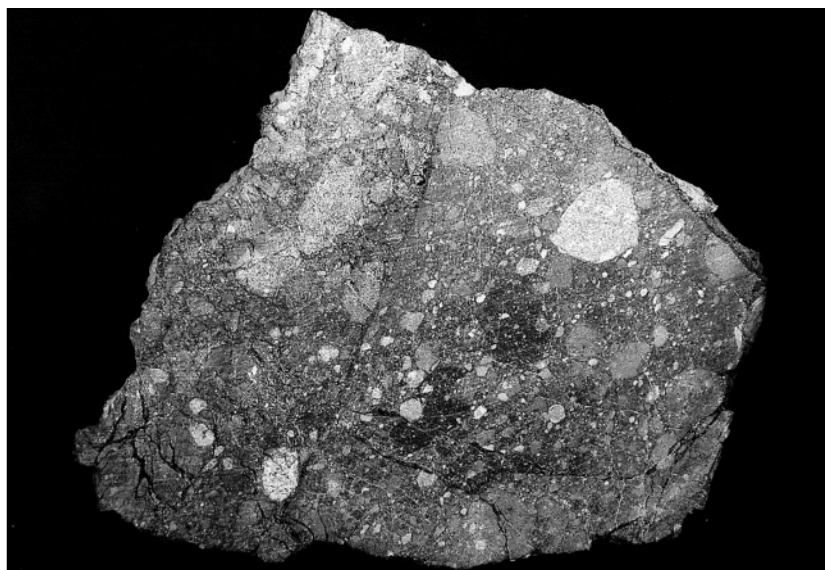
Ćwierćgramowa płytka pierwszego pozaantarktycznego lunaitu — słynnego Calcalong Creek. Przy wymiarach zaledwie 10×8×2 mm jest jednym z najmniejszych moich księżycowych okazów, ale jest po prostu fantastyczna. Dzięki dla Roba Elliotta za urzeczywistnienie tego marzenia!

Pod koniec lat siedemdziesiątych japońscy i amerykańscy badacze uświadomili sobie, że lodowe pola Antarktydy mogą być obiecującymi terenami do poszukiwań meteorytów, a następnie odkryto tam tysiące nowych meteorytów. W końcu wśród nich zidentyfikowano kilka oryginalnych meteorytów księżycowych — pierwszym był słynny ALH81005 w 1983 roku. Odnalezienie i identyfikacja tego małego kamienia ważącego 31,4 g była innym małym krokiem, który w końcu okazał się wielkim krokiem. Krótco po opublikowaniu tego sensacyjnego znaleziska japońscy naukowcy przejrzyli swe antarktyczne zbiory i stwierdzili, że trzy z ich wcześniejszych znalezisk były faktycznie pochodzenia księżycowego,

a wkrótce pojawiły się dalsze znaleziska. Jednak z powodu międzynarodowego traktatu zabraniającego posiadania na własność meteorytów antarktycznych, meteoryty księżycowe pozostały nieosiągalne dla publiczności i rosnącego grona kolekcjonerów.

Przynajmniej do 1990 roku, kiedy Bob Haag wydobyl ze sterty australijskich eukrytów Millbillillie mały kamień, który na eukryt nie wyglądał. Istotnie udowodniono, że ten ważący 19 g kamień jest inny i dziś jest znany jako Calcalong Creek, pierwszy pozaantarktyczny lunait. Bob Haag przekazał około 6 g swego księżycowego kamienia do celów naukowych i zatrzymał większość pozostałej masy w swych zbiorach. Sprzedano tylko kilka okruszków, wtedy po wygórowanych cenach. Przez kilka lat Calcalong Creek był jedynym lunaitem dostępnym dla prywatnych kolekcji dopóki saharyjska gorączka złota nie dostarczyła dalszych meteorytów księżycowych.

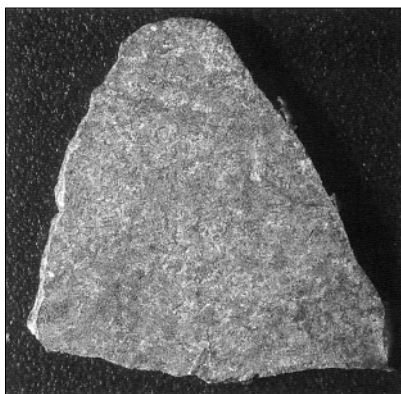
W 1997 roku niemiecki poszukiwacz meteorytów odnalazł pierwszy saharyjski lunait, Dar al Gani 262, piękną anortozytową brekcję regolitową ważącą aż 513 g. Po raz pierwszy w historii reprezentatywne okazy księżycowe pojawiły się w sprzedaży, chociaż po astronomicznych cenach około 25000 dolarów za gram. Oczywiście kawałek DaG 262 był pierwszym meteoritem księżycowym, który dumnie dodałem do mojej kolekcji. Był to mały fragment, który otrzymałem od Ericha Haiderera, jednego z najlepszych europejskich dealerów meteorytowych. Później



Była ozdoba mojej kolekcji — 28-gramowa płytka Dar al Gani 262, pierwszego saharyjskiego lunaitu. Jest to wspaniały okaz typowej brekcji regolitowej z księżycowych łądów. Sprzedałem w końcu to чудо, aby zdobyć gotówkę na inne planetarne meteoryty.

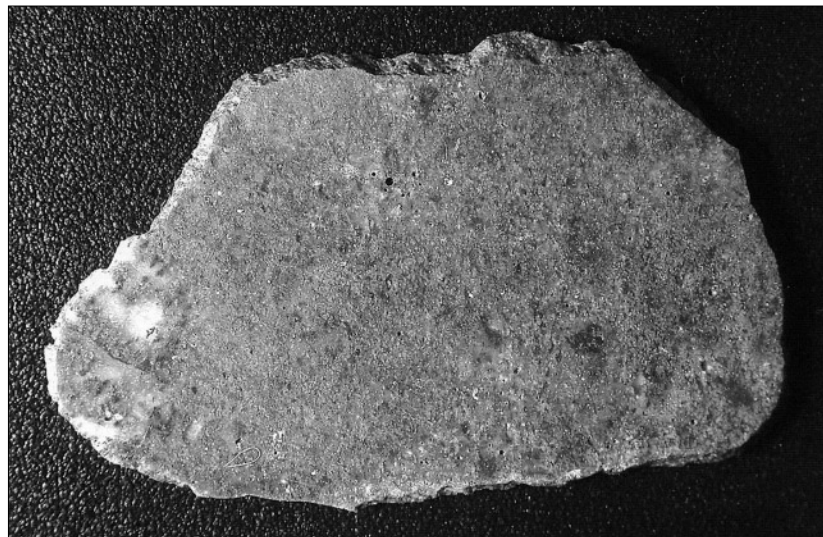
nawet nabyłem dużą płytkę, pełny przekrój DaG 262 bezpośrednio od znalazcy. Okaz ten był przez pewien czas najcenniejszą ozdobą mojej kolekcji. Rok temu postanowiłem jednak rozstać się z tym okazem, aby zdobyć gotówkę na pozyskanie próbek wszystkich innych nowych lunaitów, które odnaleziono na gorących pustyniach Afryki i Omanu w ciągu ostatnich kilku lat.

Do dziś znaleziono, sklasyfikowano i nadano indywidualne nazwy około 55 meteorytom księżycowym o łącznej znanej wadze około 9 kg, ale stanowią one tylko około 24 odrębnych spadków, jeśli weźmiemy pod uwagę wszystkie prawdopodobne zgodności — spojrzcie na listę meteorytów księżycowych. Zespół ANSMET z USA i japoński zespół NIPR odnalazły w sumie na antarktycznych polach błękitnego lodu 18 kamieni księżycowych reprezentujących 12 odrębnych spadków. Przy całkowitej wadze 2,6 kg zimne pustynie Antarktydy dostarczyły około 30% wszystkich znanych lunaitów.



Płytkę bazaltu z mórz księżycowych, Dhofar 287, ważąca 0,360 g, o wymiarach 14×12×1 mm. Jest to wyjątkowy lunait, który wylądował na obszarze rozrzutu wyraźnie odmiennych brekcji z księżycowych lądów z grupy Dhofar 025. Podziękowania dla rodziny Labenne.

Większość z pozostałych 37 kamieni księżycowych znaleźli na gorących pustyniach Afryki i Półwyspu Arabskiego zawodowi poszukiwacze meteorytów. Naukowcy wciąż dyskutują na temat rzeczywistej liczby niezależnych spadków i dopasowaniem tych wszystkich tak zwanych pozaantarktycznych lunaitów. Na podstawie badania próbek z mojego zbioru i po lekturze wielu prac naukowych domyślam się, że te 37 znalezisk pozaantarktycznych meteorytów pochodzi z przynajmniej jeszcze 12 odrębnych spadków podwyższając całkowitą liczbę meteorytów księżycowych do około 24.



Ta płytkę, to pełny przekrój lunaitu Dhofar 026, wyjątkowa księżycowa brekcja granulitowa. Waży 0,612 g i ma wymiary 28×16×1 mm. Dali mi tę bajeczną płytkę na wymianę Mark, Luc & Jim Labenne — wielkie dzięki!

Pokrewieństwa Dhofarów

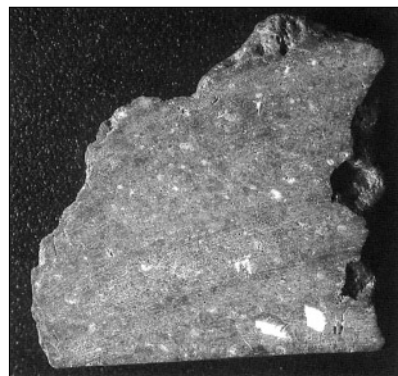
Pozwólcie, że dokładniej opiszę niektóre z najnowszych znalezisk meteorytów księżycowych z Omanu, aby pokazać niektóre trudności, na jakie napotykają naukowcy próbujący ustalić, do ilu spadków należą te nowe kamienie księżycowe i różne wynikające z tego problemy. Do dziś opisano i opublikowano z indywidualnymi numerami 29 księżycowych znalezisk z Dhofaru, a wkrótce będą dalsze. Jak to może być, że ponad połowa wszystkich znanych meteorytów księżycowych jest skoncentrowana w jednym niewielkim fragmencie Półwyspu Arabskiego i jakie są wzajemne związki między nimi? Czy reprezentują one mnogość różnych spadków, czy też pochodzą tylko z kilku dużych deszczów meteorytów?

Jedynym sposobem oceny, czy meteoryty spadły razem, czy osobno, jest skoncentrowanie się na rozmieszczeniu miejsc ich znalezienia, a następnie porównanie ich składu i stopnia zwietrzenia. Jeśli zastosujemy tę metodę do lunaitów z Dhofaru, dostaniemy trzy odrębne „gorące plamy”, które chciałbym nazwać od pierwszych kamieni z Księżyca znalezionych w tych określonych regionach pustyni — „grupa Dhofar 026”, „grupa Dhofar 025” i „grupa Dhofar 081”.

Grupa Dhofar 026 składa się z 13 kamieni (tj. Dhofar 026 i Dhofar 457-468) znalezionych w południowej części regionu Dhofar i chociaż znaleziono je wzdłuż linii ciągnącej się przez około 30 km z zachodu na wschód, wszystkie mają podobną strukturę, skład mineralny i stopień zwietrzenia.

Jest to wyraźny przypadek wspólnego spadku i możemy powiedzieć z dużym stopniem pewności, że te okazy są fragmentami jednego oryginalnego meteoroidu, który rozpadł się na kawałki przy wejściu w atmosferę i utworzył wydłużony obszar rozrzutu Dhofar 026.

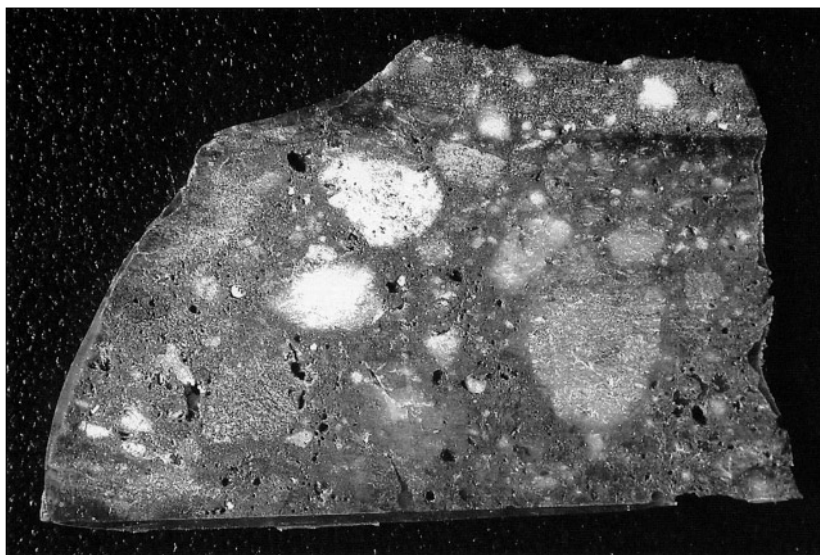
Sprawa komplikuje się znacznie bardziej w przypadku grupy Dhofar 025, która znajduje się około 20 km NNE od obszaru rozrzutu Dhofar 026. W niewielkim obszarze tylko około 500 × 400 metrów znaleziono pięć meteorytów księżycowych (tj. Dhofar 025, 287, 301, 304 i 308). Na podstawie struktury, składu i stopnia zwietrzenia można łatwo wykluczyć pochodzenie z jednego spadku z Dhofar 026. Nie jest to jednak powód komplikacji. Lunaity z grupy Dhofar 025 znacznie różnią się między sobą. Dhofar 025, 301, 304 i 308 reprezentują dość jednorodne anortozytowe brekcje regolitowe z księżycowych lądów, a Dhofar 287 jest bazaltem z mórz księ-



Jest to ważąca 1,006 g główna masa jednego z najmniejszych istniejących meteorytów księżycowych, częściowa piętka o wymiarach 17×16×3 mm. Dhofar 308 z grupy Dhofar 025 ma całkowitą wagę tylko 2 gramy. Wielkie dzięki dla Serge'a i zespołu Comet Meteorite Shop.

żykowych z brekcją regolitową, a więc całkiem inną skałą. Ani Dhofar 025 ani pochodzące najprawdopodobniej ze wspólnego spadku lunaity Dhofar 301, 304 i 308 nie zawierają składników pochodzących z mórz księżycowych, a regolitowa struktura Dhofar 287 nie zawiera okruchów anortozytowych, a tylko fragmenty bazaltowe pochodzące z mórz. Oczywiście mamy do czynienia z dwoma odrębnymi spadkami meteorytów księżycowych, które wylądowały w mniej więcej tym samym miejscu, chociaż najprawdopodobniej w różnym czasie. Stary płaskowyż pustyni Dhofar jest idealnym środowiskiem dla przechowywania meteorytów i być może bazalt z mórz, Dhofar 287, wylądował na Ziemi setki, czy nawet tysiące lat po spadku, który wytworzył oryginalny obszar rozrzutu grupy Dhofar 025.

Jakby chcąc pokazać, że wszelkie próby zaprowadzenia jakiegoś porządku w chaosie lunaitów z Omanu są daremne, grupa Dhofar 081 prezentuje nam jeszcze większe komplikacje. Około 100 km NNE od obszarów rozrzutu Dhofar 025 i Dhofar 026 jest inny niewielki obszar, tylko około 1 km², gdzie znaleziono kilkanaście meteorytów księżycowych (tj. Dhofar 081, 280, 302, 303, 305, 306, 307, 309, 310 i kilka nowych jeszcze nie opublikowanych). Na 34 Konferencji Nauk o Księżycu i Planetach, 17-21 marca 2003 roku w League City w Teksasie naukowcy dyskutowali na temat różnorodności



Ważąca 0,161 g płytka jednego z najbardziej świeżych meteorytów z Omanu — Dhofar 081, rzadka brekcja okruchowa z księżycowych łądów. Ta ultra cienka płytka ma wymiary 15x10x0,6 mm i pokazuje zdumiewające zbrekcjowanie tego wspaniałego meteorytu. Znów dzięki dla Roba Elliotta.

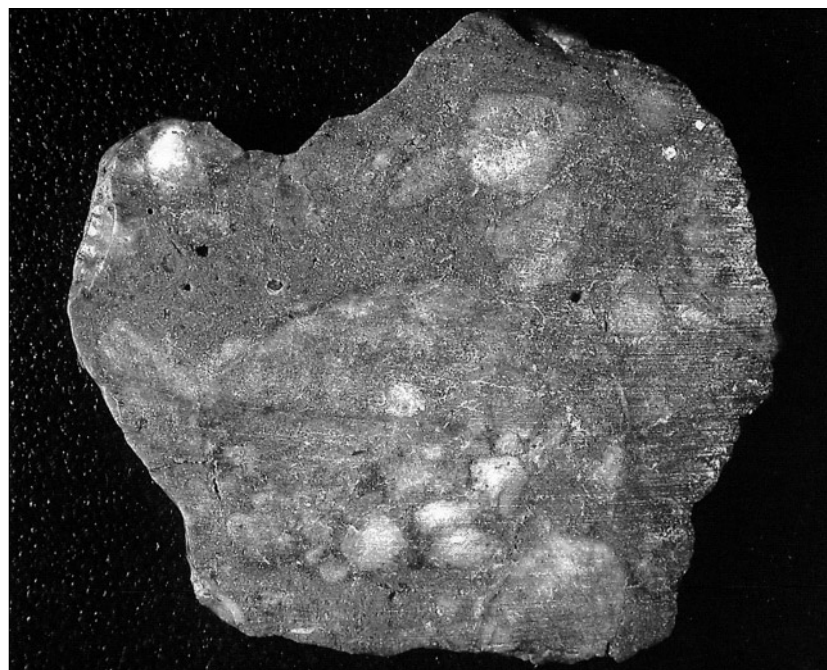
meteorytów z grupy Dhofar 081 i doszli do wniosku, że te znaleziska reprezentują co najmniej dwa, a może nawet cztery niezależne spadki meteorytów księżycowych. Do jednego z tych spadków należą anortozytowe brekcje okruchowe Dhofar 081 i Dhofar 280. Mają one znacznie niższy stopień zwiertzenia niż członkowie innej grupki składającej się z anortozytowych brekcji poudzerzeniowych Dhofar 302, 303, 305, 306, 307, 309 i 310. Ta ostatnia grupka nie jest jednorodna i na podstawie różnic mineralogii, składu chemicznego i stopnia zwiertzenia proponuje się, że Dhofar 302 i Dhofar 305 mogą należeć do jeszcze innego odrębnego

spadku i nie mają nic wspólnego z pozostałymi członkami grupy Dhofar 081.

Na podstawie badania okazów z mojej kolekcji i dodatkowych lunaitów znalezionych ostatnio na tym obszarze chcę poprzeć zdanie, że grupa Dhofar 081 składa się tylko z dwóch nałożonych na siebie obszarów rozrzutu. Z pierwszego pochodzą świeże i jednorodne anortozytowe brekcje okruchowe reprezentowane przez Dhofar 081, Dhofar 280 i nowe znalezisko około 142 g jeszcze nie opublikowane. Świeżo opublikowany Dhofar 490 jest także najprawdopodobniej związany z tą grupą i powinien być uważany za pochodzący z tego samego spadku, chociaż ze współrzędnych wynika, że ten mały kamień znaleziono około 50 km na południe od obszaru rozrzutu. Niewątpliwie te meteority reprezentują najnowszy spadek lunaitów w Omanie, podczas gdy członkowie pozostałej grupki, Dhofar 302, 303, 305, 306, 307, 309, 310 i kilka innych niedawnych znalezisk, należą do znacznie starszego spadku, o niejednorodnej budowie, jak widać z różnych litologii widocznych w poszczególnych okazach. Na podstawie badania okazów z mojej kolekcji i niektórych nowych znalezisk jestem także skłonny uważać, że Dhofar 489, znaleziony około 25 km WNW od grupy Dhofar 081, może należeć do tej grupy, co zmniejszyłoby liczbę odrębnych spadków lunaitów w Omanie do zaledwie pięciu.

Poszukiwania trwają

Z badań lunaitów z Dhofaru i ich obszarów rozrzutu wynika kilka dręczących pytań. Jak to może być, że dwa



Inny przykład dwóch lunaitów z tego samego obszaru rozrzutu — płytka, pełny przekrój Dhofara 303 o wadze 0,531 g i wymiarach 15x15x1 mm. Ten mały meteoryt ma bardzo małą całkowitą wagę, tylko 4,15 g. Jest to jeden z moich ulubieńców.

różne lunaity lądują w tym samym miejscu, na małej powierzchni, chociaż najprawdopodobniej w różnym czasie? Wygląda na to, że tak się zdarzyło przynajmniej w dwóch miejscach Dhofaru. Czy jest możliwe, że meteoryty księżycowe są znacznie bardziej pospolite niż dotąd sądzono, i że większość poszukiwaczy meteorytów po prostu prze-gapia je w innych miejscach, ponieważ nie jest w stanie odróżnić ich od ziemskich kamieni? Z drugiej strony, jeśli meteoryty księżycowe są rzeczywiście znacznie bardziej pospolite, to dlaczego nie zaobserwowano dotąd nawet jednego spadku lunaitu? Dla porównania mamy około 28 różnych marsjańskich meteorytów z których aż cztery są obserwowanymi spadkami. Może były znaczne zmiany tempa spadania księżycowych i innych planetarnych meteorytów z upływem czasu, albo może są jakieś nieznane czynniki w dynamice Ziemi i Księżyca powodujące niejednakowe rozmieszczenie spadków lunaitów na ziemskim globie i sprawiające, że księżycowe kamienie wolą lądować na gorących pustyniach Półwyspu Arabskiego i Afryki? Jest tak wiele pytań i tak wiele musimy się nauczyć.

Meteoryty księżycowe należą do najbardziej intrygujących okazów kolekcjonerskich na Ziemi, ale są także czymś więcej. Mają one ogromne znaczenie naukowe, ponieważ w większości pochodzą z tych części Księżyca, z których misje Apollo i Łuna nie pobierały próbek. Większość lunaitów z naszych zbiorów, np. różne brekcje anortozytowe, musiała zostać wyrzucona z księżycowych lądów pokrywających niewidoczną stronę Księżyca. Tylko kilka meteorytów księżycowych pochodzi z mórz księżycowych na widocznej stronie, na których lądowały misje Apollo.

Mógłbym opowiadać bez końca o różnych typach skał księżycowych, ich różnych strukturach, składach chemicznych, mineralogii i ukrytych w nich kluczach do zrozumienia historii uformowania się Księżyca i Ziemi, ale pozostawię to specjalistom. Chciałem po prostu podzielić się swoją fascynacją tą dość szczególną grupą skał z kosmosu pochodzącą z najbliższego krewnego Ziemi, naszego brata Księżyca. Dla mnie meteoryty, a szczególnie lunaity, są kamieniami prowadzącymi do gwiazd, inną drogą spełnienia moich dziecięcych marzeń i jeszcze czymś więcej. Moja pogon za Księżycem trwa i nadal będę sta-

rał się powiększać mój zbiór o reprezentatywne próbki każdego nowego księżycowego meteorytu. Sądziacie, że zważywałem i że powinienem zachować ciężko zapracowane pieniądze na po-

ważniejsze rzeczy? Hej, te kamienie są najzupełniej poważne i na początku już powiedziałem, że jestem zapamiętałym lunatykiem!

E-mail: trifid@timewarp.de



Spis lunaitów						
	Meteoryt księżycowy	Znaleziony	Kraj	Typ	Całkowita waga (g)	NCC° (g)
1	Yamato 791197	1979	Antarktyda	LUN A	52,40	brak
2	Yamato 793169	1979	Antarktyda	LUN G	6,10	brak
3	Yamato 793274 Yamato 981031	1980 1998	Antarktyda	LUN B	8,70 186,00	brak
4	ALH 81005	1982	Antarktyda	LUN A	31,40	brak
5	Yamato 82192 Yamato 82193 Yamato 86032	1982 1982 1986	Antarktyda	LUN A	36,70 27,00 648,40	brak
6	EET 87521 EET 96008	1987 1996	Antarktyda	LUN B	30,70 53,00	brak
7	Asuka 881757	1988	Antarktyda	LUN G	442,10	brak
8	MAC 88104 MAC 88105	1989 1989	Antarktyda	LUN A	61,20 662,50	brak
9	QUE 93069 QUE 94269	1993 1994	Antarktyda	LUN A	21,40 3,20	brak
10	QUE 94281	1994	Antarktyda	LUN B	23,40	brak
11	Yamato 983885	1999	Antarktyda	LUN A	288,50	brak
12	Yamato „1153”*	?	Antarktyda	LUN A	?	brak
13	Calcalong Creek	1990	Australia	LUN A	19,00	0,250
14	Dar al Gani 262	1997	Libia	LUN A	513,00	1,621
15	Dar al Gani 400	1998	Libia	LUN A	1425,00	0,572
16	Dar al Gani 996*	1999	Libia	LUN A	12,31	1,415
17	Dhofar 025 Dhofar 301 Dhofar 304 Dhofar 308	2000 2001 2001 2001	Oman	LUN A	751,00 9,00 10,00 2,00	0,352 0,505 0,242 1,006
18	Dhofar 287	2001	Oman	LUN B	154,00	0,360
19	Dhofar 026 Dhofar 457* Dhofar 458* Dhofar 459* Dhofar 460* Dhofar 461* Dhofar 462* Dhofar 463* Dhofar 464* Dhofar 465* Dhofar 466* Dhofar 467* Dhofar 468*	2000 2001 2001 2001 2001 2001 2001 2001 2001 2001 2001 2001 2001	Oman	LUN A	148,00 99,52 36,73 31,45 73,10 33,72 44,67 24,33 22,28 70,74 69,24 36,23 18,94	0,612 brak brak brak 0,394 0,786 brak brak brak brak brak brak brak
20a	Dhofar 081 Dhofar 280	1999 2001	Oman	LUN A	174,00 251,20	0,161 0,241
20b	Dhofar 490	2001	Oman	LUN A	34,05	1,205
21a	Dhofar 302 Dhofar 303 Dhofar 305 Dhofar 306 Dhofar 307 Dhofar 309* Dhofar 310*	2001 2001 2001 2001 2001 2002 2002	Oman	LUN A	3,83 4,15 34,11 12,86 50,00 81,30 10,80	0,508 0,531 0,216 0,474 0,249 brak brak
21b	Dhofar 479	2001	Oman	LUN A	34,40	1,550
22	MWA 032 MWA 479	1999 2001	Maroko	LUN B	~300,00 156,00	0,258 1,158
23	MWA 482	2000	Algieria	LUN A	1015,00	0,606
24	MWA 773	2000	Sahara Zachodnia	LUN G	633,00	0,230

* Te meteoryty są sklasyfikowane, ale jeszcze nie opublikowane w Meteoritical Bulletin do 24 marca 2003 r.

° wagi okazów z kolekcji Norberta Classena

Dzień kiedy z nieba spadły kamienie

Prawdziwe opowieści z pierwszych sekund po spadku Thuathe

David P. Ambrose MBE & Sumitra Talukdar

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 2. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Niezwykły hałas

Niedziela 21 lipca 2002 roku była jak wiele niedziel w Lesotho. Ludzie odświętnie ubrani poszli do kościoła. Chłopcy i dziewczęta nie spieszyli się z powrotem do domów, grupki chłopców zerkwały na dziewczęta, a grupki dziewcząt zerkwały na chłopców chcąc zobaczyć, na kogo zwracano uwagę, czy nawet o nim mówiono. Po południu znów mogli się widzieć, gdy obserwowali, jak walczyły drużyny piłkarskie z rywalizujących ze sobą wiosek. Dzień był dość pochmurny, ale chociaż była to zima, nie było szczególnie zimno.

Jedenaście minut przed czwartą po południu stało się coś niezwykłego. Rozległ się hałas dość niezwykłego rodzaju, bardzo głośny i niepodobny do niczego, co dotąd słyszeli ludzie z Lesotho. Nie był to odgłos burzy, ponieważ nie był to hałas pioruna odbijający się echem od gór. Nie był to dźwięk wybuchu, ponieważ znów nie był to głośny huk, po którym by słyszano echa i dalsze wybuchy. Nie był to nawet grom dźwiękowy samolotu przekraczającego barierę dźwięku, ponieważ trwał zbyt długo, około piętnastu sekund nieustannego, głośnego hałasu.

Odgłos ten słyszano w Butha-Buthie na północy, w Mohale's Hoek na południu, w Thaba-Tseka na wschodzie i w Maseru i nawet poza Lesotho w Ladybrand na zachodzie. Co to wszystko mogło znaczyć?

Malineo Mantsoe

Wiele osób zadawało sobie to pytanie, ale dla niektórych sprawy przybrały jeszcze dziwniejszy obrót. We wsi Boqate Ha Sofonia, Malineo Mantsoe siedziała na werandzie swego domu zwróconej ku wschodowi. Usłyszała przerażający hałas nad głową, coraz głośniejszy, dobiegający z nieba za domem. Pobiegnęła w bok, by zobaczyć, co się dzieje za domem, ale nie było żad-

nej burzy. Co to wszystko mogło znaczyć? Wróciła szybko na werandę i wtedy zdarzyło się coś zupełnie niespodziewanego. *Sssshhhhhhuuuuuuuuuuuu bum!* Dokładnie przed jej oczami spadł z nieba kamień na ogrodzoną niskim murkiem kuchnię przed domem. Przewrócił i rozbił pusty plastikowy pojemnik na wodę. Potem ułożył się na ziemi, czarny, niepodobny do innych kamieni i siedział za garnkami patrząc na nią groźnie.

Rozejrzała się wokół, ale nie było nikogo, kto mógłby rzucić taki kamień z taką szybkością. *Thokolosi* (miejscowa odmiana złośliwego ducha) mógł sprawiać kłopoty i rozrzucać rzeczy wokół, zwłaszcza w nocy, ale jakież to mógł być *thokolosi* tak śmiały, by działać w dzień i tak silny, by rzucać kamienie aż świszczało powietrze?

Jak wielu Basotho, pani Malineo nie była całkiem pewna, czy rzeczywiście istnieje coś takiego jak *thokolosi*, ale tak

na wszelki wypadek, gdyby rzeczywiście jakiś ją niepokoił, miała odpowiedź. W domu schowana była butla święconej wody, pobłogosławionej przez księdza w kościele; gwarantowany środek zaradczy przeciw tym, co mogliby wyrządzać komuś szkody. Szybko pobiegła do domu, pokropiła święconą wodą kamień, garnki i na wszelki wypadek wszystko wokół domu.

Poskutkowało! Z nieba nie spadł już żaden kamień, a po chwili poczuła się na tyle pewnie, by zacząć gotować kolację. Gdy kamień został pokropiony święconą wodą, można go było bezpiecznie dotknąć i nabrała dość śmiałości, by zabrać go do domu i ułożyć w bezpiecznym miejscu.

Manchanyana Nchanyana

Niedaleko od Ha Sofonia jest wioska Ha Thibakhoali ulokowana na tarasie wznoszącym się nad polami położonymi nad brzegami rzeki Phuthiat-



Obszar, na którym słyszano hałas 21 lipca 2002 roku. Promień okręgu wynosi 100 km

sana, przez którą przerzucona jest kładka łącząca ją z wioskami, które grupują się u stóp Thaba-Bosiu.

Pani Manchanyana także słyszała hałas, ale to miejsce nie jest tak daleko od Makoanyane Barracks, gdzie żołnierze ćwiczą strzelanie w kierunku krawędzi płaskowyżu. Mimo wszystko był to dziwny hałas, ale może żołnierze po prostu mieli jakąś potężną nową broń. Zastanawiała się przez moment, ale nic nie mogła zrobić. Tak czy owak jej córka miała pilną potrzebę wyjścia do położonej na zewnątrz toalety i gdy tylko hałas ucichł, dziewczynka wyszła na zewnątrz. Jednak za chwilę biegiem wróciła. Coś spadło między domem a toaletą tuż obok niej. Jej mama wybiegła z domu i to było na ziemi.

No, tym razem żołnierze posunęli się za daleko! Ale kto może dyskutować z żołnierzami? Pani Manchanyana podniosła czarny obiekt i wyrzuciła go najdalej jak mogła nie chcąc mieć z nim więcej do czynienia.

Mpho Moseme

Mpho Moseme jest naczelnikiem wioski Ha Ralimo na płaskowyżu Thuathe. Tego samego niedzielnego popołudnia wracał pieszo do domu z sąsiedniej wsi Baruting i właśnie przechodził przez asfaltową szosę koło zalewu, który ludzie nazywają Zalewem Phororo albo Monyake. Nazwa Zalew Phororo pochodzi stąd, że doktor Phororo, miejscowy weterynarz, nawadnia swe pola pompą podłączoną do zalewu, a Zalewem Monyake nazywają go dlatego, że Ntate Monyake z Maseru wybudował obok niego rząd *malaene*, jednoizbowych domów.

Gdy Mpho Moseme przechodził obok zalewu, na jego brzegach pasły się czarno-białe mleczne krowy, a na samym zalewie były perkozy, kormorany, kaczki i czerwonogłowe łyski. Nie było niczego niezwykłego w tej sielskiej scenie, ale nagle zdarzyło się coś niespodziewanego. Na niebie tuż nad głową rozległ się przerażający hałas. Spojrzał w górę i między chmurami zobaczył czerwone obiekty, jak węgle z ogniska.

Zanim mógł pomyśleć, co to może znaczyć, zaniepokoił go potężny plusk w zalewie. Woda wystrzeliła na wysokość kilku mężczyzn stojących jeden na drugim i zaczęła rozchodzić się potężna fala. Zanim jednak załapał brzegi zalewu, z nieba zaczęły spadać inne



Molahlehi Moloi na płaskowyżu Thuathe z kamieniami 6 i 7 (2387 g i 170 g) 3 września 2002 r. Duży kamień, jeszcze nie odnaleziony, spadł do zalewu Phororo/Monyake widocznego w tle. Fot. David Ambrose.

obiekty uderzając w ziemię. Próbował biec w jedną stronę, ale przed nim spadł kamień. Spróbował w inną stronę, ale tam też spadały kamienie. Po kilku sekundach przestały spadać i żaden w niego nie trafił. Wciąż był jednak bardzo poruszony i szczęśliwy, że udało mu się wrócić do domu bez szwanku.

Matukule Khoelelsana

Pani Matukule Khoelelsana mieszka w wyjątkowym domu. Jest on bardzo mały, ma metalowe ściany, metalowy dach i jest mniej więcej równie wysoki jak długi. Nie jest to tradycyjny dom pod żadnym względem, choć ma kilka tradycyjnych elementów. Do nich należy kwoka z kurczętami dziobiącymi podwórko przed domem, kil-

ka moherowych kóz, a także bateria słoneczna wykorzystywana do zasilania telewizora. Mała osada, w której ona mieszka, nazywa się Motsekuoa Ha Ralimo i podlega naczelnikowi Mpho Moseme.

Tego samego niedzielnego popołudnia ten sam straszliwy hałas rozdarł niebo nad jej domem i wkrótce potem z wielkim hałasem zaczęły spadać wokół na ziemię obiekty, zupełnie jak podczas burzy gradowej. Ale nie była to zwykła burza gradowa. Sądząc z odgłosów, jak to często się zdarza na początku burzy gradowej, był to tylko hałas kilku bardzo dużych kamieni, *bardzo* dużych kamieni, ponieważ robiły one znacznie więcej hałasu niż można oczekiwać od gradu.



Meteorityty zebrane na płaskowyżu Thuathe (Berea) koło Ha Ralimo. Bardzo czarne kamienie mają dojrzałą, gładką skorupę obtopieniową. Inne okazy mają nierówne powierzchnie i można znaleźć wszelkie rodzaje powierzchni przelamu, od świeżych, jasnoszarych, do częściowo nadtopionych i takich, gdzie na nierównej powierzchni utworzyła się wtórna skorupa obtopieniowa. Kamienie wystawione na działanie pogody, zanim je znaleziono, mają rdzawe odsłonięte powierzchnie. Wielkość meteorytów mieści się w przedziale od 2 g do 431 g. Fot. David Ambrose.

Było jednak coś dziwnego. Gdzie były białe kulki lodu podskakujące po uderzeniu w ziemię? Nie było ani jednej. Coś innego, dziwnego spadało z nieba.

Bang! Jeden z tych obiektów uderzył w metalowy dach jej domu. Pani Matukule była ciekawa, co to może znaczyć. Coś naprawdę strasznego działo się na zewnątrz, ale trwało to tylko kilka sekund, po czym zrobiło się zupełnie cicho.

W pierwszej chwili bała się wyjrzeć na zewnątrz, ale gdy nic więcej już nie spadało, wyszła i tam na ziemi, przy wschodniej ścianie domu, był nieregularny, czarny kamień, który odbił się od dachu.

Przybył on z nieba, ale trudno było znaleźć jakieś wytłumaczenie. Podniosła go i zaniósła do domu jako namacalny dowód, że coś się wydarzyło i nie był to tylko zły sen.

Mamathai Ralephoi

Na wschód od Ha Ralimo płaskowyż Thuathe otaczają urwiska tak strome, że schodzi z nich tylko kilka ścieżek. U stóp tych urwisk jest wieś Bogate Ha Majara, gdzie naczelnikiem jest

Mabotle Theko. W jej wiosce są ładne, kryte strzechą domy u stóp urwiska, a niedaleko od jej domu piaskowce urwiska zwietrzały w taki sposób, że utworzyły wieżyczkę Mamolalana, której sylwetka rysuje się na tle nieba.

Po południu w niedzielę 21 lipca 2002 roku ten sam niezwykle hałas postawił na nogi ludzi w Bogate Ha Majara. Okna i drzwi drżały, a wkrótce potem rozległ się grzechot kamieni o skały i świst, gdy kamienie spadały do ogrodów.

Mamathai Ralephoi widziała, jak jeden z tych kamieni spadł do jej ogrodu. Nie należała do tych, co wierzą w *thokolosi* i wyszła by podnieść czarny kamień. Jednak natychmiast go upuściła. Był bardziej gorący, niż gdyby wyjęła go z pieca!

Było to nowe doświadczenie, ale czyż życie nie jest pełne nowych doświadczeń? Poczekala, aż kamień ostygnie, a potem zabrała go do domu jako pamiątkę po tym dziwnym zdarzeniu.

Makhala Ramotse

Nkhono Makhala Ramotse urodziła się w 1914 roku i jest bardzo niską, ale zaradną kobietą, która mieszka sa-

motnie w małym rondavel we wsi Ha Motloang na skraju wysuniętej na południe części płaskowyżu Thuathe. Ha Motloang jest na płaskowyżu, a w pobliżu, u stóp urwiska, jest wieś Ha Thibakhoali. W Ha Motloang jest ważna szkoła podstawowa imienia świętego Józefa i dzieci z Ha Thibakhoali codziennie wspinają się po stromej ścieżce do szkoły, gdzie przyłączają się do nich dzieci z wiosek na płaskowyżu.

Po południu 21 lipca ten sam tajemniczy hałas słyszano w Ha Motloang, po czym nastąpiło *uuuuuuuuuu* i kamień wylądował tuż obok rondavel Nkhono Makhala omal nie trafiając w idącą ścieżką sąsiada. Inni słyszeli odgłos spadającego kamienia, a ci, którzy nie słyszeli, usłyszeli zgiełk oznaczający, że zdarzyło się coś niezwykłego. Mieszkańcy wioski zeszli się, by zobaczyć kamień, który spadł z nieba.

Co to jest? Czy to wybuchnie? Nikt nie był skłonny podnieść go i obejrzeć dokładniej. To znaczy nikt z wyjątkiem Nkhono Makhala. To tylko kamień, powiedziała. Podniosła go i zabrała do domu.



Thuathe: Nowy meteoryt z Lesotho

R. S. Mckenzie

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 2. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Meteoryt Thuathe spadł w Lesotho 21 lipca 2002 roku o 15:48 czasu południowoafrykańskiego (13:48 czasu Greenwich), czego świadkami były setki, jeśli nie tysiące mieszkańców Południowej Afryki i Lesotho. Jest to pierwszy spadek meteorytu zanotowany w Lesotho. Odnaleziono wiele okazów tego meteorytu i został on sklasyfikowany jako chondryt zwyczajny typu H4/5 przez Ambrose et al. (2002) i typu H5 przez Lombard et al. (2002). Jednak jak zobaczymy w dalszej części tego artykułu, ten pierwszy obserwowany spadek meteorytu w Lesotho jest daleki od „zwyczajnego” pod wieloma względami.

Zanim zajmiemy się meteorytem Thuathe, trzeba najpierw wyjaśnić, gdzie znajduje się Lesotho, ponieważ wielu czytających ten artykuł może ni-

gdy nie słyszało o tym małym afrykańskim kraju. Lesotho jest małym, malowniczym, górzystym Królestwem (dawniej kolonią brytyjską) znajdującym się w środku Republiki Południowej Afryki i całkowicie otoczonym przez swego większego brata (zob. Il. 1). Maseru jest stolicą Lesotho liczącą około 250000 mieszkańców, a Thuathe to nazwa płaskowyżu ciągnącego się na północny wschód, zaczynającego się około 5 km na wschód od stolicy.

W przeciwieństwie do większości okolicznych terenów Afryki Południowej Lesotho jest stosunkowo wilgotnym obszarem i w wielu częściach kraju roczne opady przekraczają 1000 mm. Jest to bardzo biedny kraj i wielu mieszkańców żyje z uprawy kukurydzy i zboża, a inni znajdują pracę w Maseru, stolicy i głównym mieście Lesotho, albo

dalej w RPA. Jak widać na Il. 2, obszar rozrzutu obejmuje zarówno stosunkowo płaskie tereny na dnie doliny i na płaskowyżu Thuathe (lub Berea), oraz strome, skaliste obszary na zboczach z piaskowca. Na całym terenie rozrzucone są wioski i na płaskowyżu i u stóp urwisk.

Spadek

Jedną z najbardziej interesujących cech spadku meteorytu Thuathe jest duża liczba rzetelnych relacji świadków z wielu miejscowości w RPA i Lesotho. Ciekawe także, że deszcz meteorytów Thuathe spadł tego samego dnia, co inny obserwowany deszcz meteorytów w Nigerii ponad 5000 km na północny zachód od Lesotho. Wiele relacji świadków i pewną liczbę okazów zebrali dwa zespoły, jeden z Lesotho

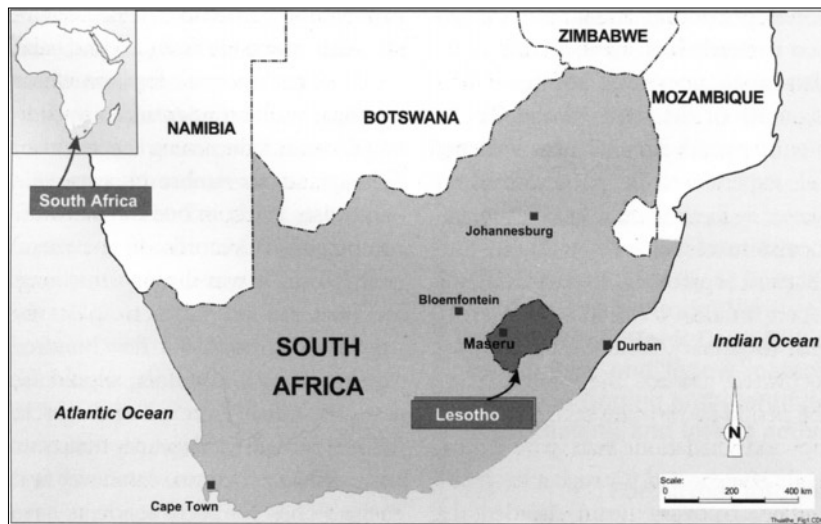
kierowany przez profesora Ambrose i drugi z niedalekiego Bloemfontein, którym kierował profesor Van der Westhuizen. Szczegóły wielu ciekawych, a czasem zabawnych relacji są udokumentowane w dwóch odrębnych publikacjach napisanych przez zespoły badawcze, które niezależnie od siebie lokalizowały miejsce spadku.

Według pana Van der Westhuizena (syna profesora Van der Westhuizena z Wydziału Geologii Uniwersytetu Free State):

21 lipca 2002 roku jechałem do Bloemfontein drogą z Petrusburga. Jechałem z zachodu na wschód i byłem 60 km przed Bloemfontein, gdy zobaczyłem jaskrawe, białe światło opadające ku ziemi. Obiekt miał ogon ciągnący się za nim i wyglądało, że spadł po lewej stronie drogi. Spadał prawie pionowo z bardzo niewielkim nachyleniem od prawej do lewej (z południa na północ). Był to efektowny widok i od razu zatelefonowałem do ojca by powiadomić go o zjawisku. Było to około 12-13 minut przed czwartą po południu. Mój ojciec korzystał potem z zapisu na telefonie komórkowym, by określić moment zjawiska.

Inna ciekawa relacja pochodzi od kapitana Jane Trembatha, pilota samolotu South African Airways:

Leciałem z Johannesburga do Port Elizabeth po południu 21 lipca 2002 r. Boeingiem 737-200. Wspinaliśmy się jeszcze na nasz poziom kursowy 35000 stóp i akurat spojrzałem przed siebie, gdy zobaczyłem, jak śmignęła pionowo



Il. 1. Mapa Lesotho w porównaniu z RPA.

w dół bardzo jasna, bladopomarańczowa smuga. Zaraz potem nastąpiła widowiskowa bladopomarańczowa eksplozja i było to z pewnością najbardziej efektowne zjawisko, jakie widziałem na niebie, a jeszcze bardziej zdumiewające było to, że było to w dzień. Wziąłem mapy lotnicze i nakreśliłem moją ocenę pozycji, gdzie to się zdarzyło i według mojej oceny było to mniej więcej w połowie drogi między Ficksburgiem i Maseru, akurat w Lesotho.

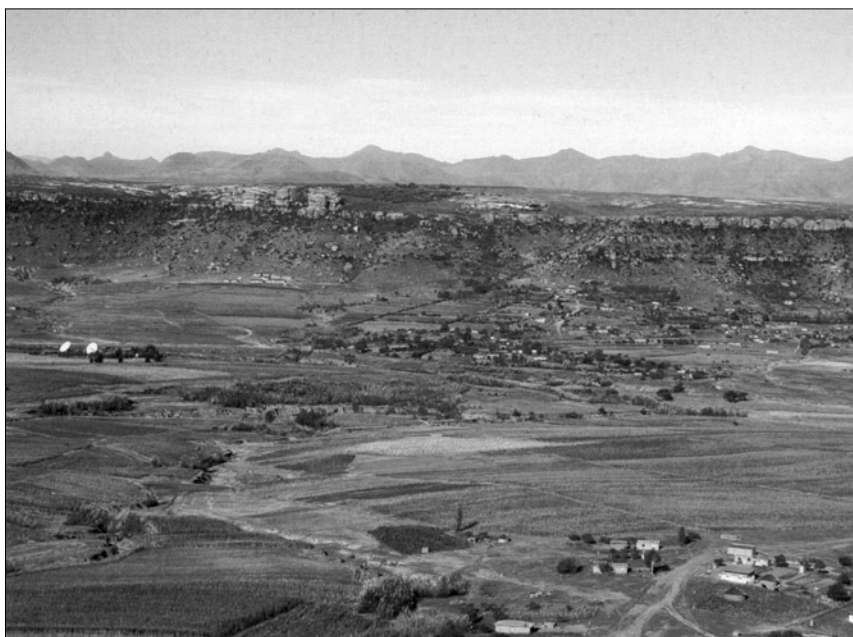
W pobliżu w Lesotho profesor Ambrose z Narodowego Uniwersytetu Lesotho w Romie także słyszał eksplozję, ponieważ meteoryt spadł kilka kilometrów od jego rezydencji. Początkowo Ambrose sądził, że meteoryt spadł na Ziemię w postaci pyłu. To że był to spory deszcz kamieni, okazało się, gdy policja powiadomiła, że wie-

śniacy skarżyli się, że ktoś „zrzucił” na nich kamienie z nieba. W tym momencie ani Ambrose (w Lesotho), ani Van der Westhuizen (w niedalekim Bloemfontein) nie znali dokładnej lokalizacji spadku, ale obaj wybrali się, by odszukać obszar spadku. Ciekawe, że obaj postępowali w podobny sposób stosując pragmatyczne i ścisłe podejście by zlokalizować spadek i obaj odnieśli sukces praktycznie w tym samym czasie.

Ambrose opracował kwestionariusz i uzyskał ponad 20 relacji od osób, które albo widziały spadek, albo słyszały eksplozję. Zespół poszukiwawczy z Uniwersytetu Free State w Bloemfontein wybrał dziesięć najbardziej rzetelnych relacji świadków. Oceny trajektorii lotu naniesiono następnie na mapę regionu i na tej podstawie stwierdzili oni, że płaskowyż i dolina Thutathe są najbardziej prawdopodobnymi miejscami spadku. Wizyta na tym terenie potwierdziła ich wyliczenia, gdy tamtejsi mieszkańcy zaoferowali im „kamienie z nieba” z kilku niewielkich wiosek.

Obszar rozrzutu

Teren spadku to bardzo malownicza dolina usytuowana około 1600 m nad poziomem morza, ograniczona z dwóch stron płaskowyżem wznoszącym się na około 1850 m (zob. il. 2). Jak wcześniej wspomniano, teren ten znajduje się w regionie o stosunkowo dużych opadach deszczu, w którym także występuje mróz i śnieg przez większą część zimy. W okresie sześciu miesięcy bezpośrednio po spadku zima i wiosna była wyjątkowo mokra ze szczególnie silnymi opadami (prawie czterokrotnie



Il. 2. Typowy wygląd obszaru rozrzutu.

większymi od średniej) w sierpniu i wrześniu. W wyniku złej pogody od sierpnia do stycznia na niektórych okazach odnalezionych pod koniec tego okresu widać większy stopień zwietrzzenia i utlenienia niż normalnie można by się spodziewać po tak świeżym spadku.

Zespół poszukiwawczy kierowany przez Ambrose zdołał zebrać większość okazów i do każdego okazu dołączył pełny opis jego odnalezienia. W ten sposób Ambrose zgromadził bardzo wyczerpujący katalog odnalezionych meteorytów (Ambrose 2003) i jednocześnie opracował dokładną mapę obszaru spadku. Według Ambrose obszar ten obejmuje powierzchnię około 11 km² w postaci elipsy o długości 8 km i szerokości 2 km. Szczegóły dokumentacji i map można znaleźć w jego publikacji (Ambrose et al. 2002) oraz w jego katalogu.

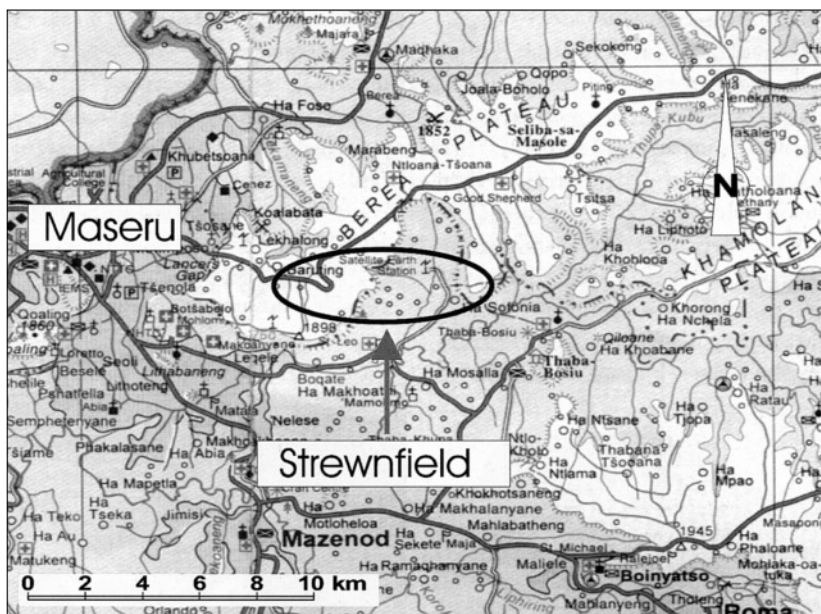
Na podstawie relacji świadków zespół z Uniwersytetu Free State stwierdził, że prawdopodobna strefa spadku wygląda tak jak na il. 3.

Warto zauważyć, że te dwa zespoły działały nie kontaktując się wzajemnie i oba zdołały zidentyfikować obszar rozrzutu i zdobyć pierwsze okazy w sierpniu 2002 r. W ciągu 7 miesięcy zebrano około 600 okazów ważących od kilku gramów do prawie 2,5 kg.

Całkowity zebrany materiał

Łączną wagę zebranych meteorytów ocenia się na około 40 kg, z których około 33 kg w postaci prawie 600 okazów zbadał i skatalogował zespół kierowany przez Ambrose. Bardzo starannie rejestrowali oni wszystkie istotne szczegóły każdego okazu jak masę, wielkość, kształt, odłamki, spękania, miejsce znalezienia, nazwisko znalazcy i inne szczegóły dotyczące znalezienia każdego kamienia. Katalog Ambrose (Ambrose 2003) jest jednym z najbardziej wyczerpujących opisów spadku meteorytu i dzięki temu mógł on wykreślić obszar rozrzutu z dokładnością do kilkuset metrów. Warto zauważyć, że na obszarze rozrzutu jest dziewięć wiosek i chociaż poszukiwacze meteorytów zdają sobie sprawę, że wszystkich meteorytów odnaleźć się nie da, tamtejsi mieszkańcy przeczesywali dokładnie teren przez ponad 8 miesięcy szukając kamieni, za które zapłata przekraczała ich najśmielsze marzenia.

Dzieciom w szkołach, a także ich rodzicom pokazano, jak rozpoznawać



Il. 3. Mapa ukazująca strefę uderzenia.

meteoryty i wyruszyli oni na poszukiwania uzbrojeni w kilkaset magnesów. W niektóre weekendy na normalnie bezludnym płaskowyżu widać było ponad 100 osób z okolicznych wiosek przeczesujących teren w poszukiwaniu czarnych kamieni. Niektórzy, bardziej pracowici, odkryli lokalną wychodnię bazaltu, gdzie kamienie miały podobny kolor i budowę, jak oryginalne meteoryty, a nawet dostateczną zawartość żelaza, by magnes je przyciągnął. Takie kamienie można normalnie kupić ze znaczną zniżką w stosunku do autentycznych meteorytów.

Klasyfikacja

Jak wspomniano wcześniej, oba zespoły poszukiwawcze pracowały w izolacji od siebie dokumentując spadek i klasyfikując meteoryt. Zespół z Bloemfontein początkowo wybrał nazwę „Maseru” zgodnie z normalną konwencją wybierania nazwy od położenia najbliższego urzędu pocztowego. Zespół z Lesotho kierowany przez Ambrose optował za nazwą „Thuathe” od płaskowyżu, na którym znaleziono większość okazów. W czasie pisania tego artykułu nie było jeszcze oficjalnej nazwy, ale wydaje się prawdopodobne, że zostanie zaakceptowana nazwa „Thuathe”, ponieważ została ona zgłoszona do komisji nazewnictwa.

Co do klasyfikacji wydaje się, że jest to meteoryt H4 lub H5, ponieważ oba zespoły doszły do tego samego wniosku. Klasyfikacja zespołu z Lesotho opiera się na badaniach profesora Reimolda z Wits University w Jo-

hannesburgu przy pomocy dr Buchanana, innego specjalisty od meteorytów pracującego w Tokio. Stwierdzili oni, że jest to chondryt z wysoką zawartością żelaza typu H4/5. Klasyfikację dla zespołu Uniwersytetu Free State przeprowadziła pani Lombard, która właśnie kończyła specjalizację z geologii. Klasyfikacja była elementem jej pracy i stwierdziła ona, że meteoryt jest typu H, a najprawdopodobniej H5. Pełny opis procedury klasyfikacyjnej i składu chemicznego można znaleźć w publikacjach wymienionych na końcu tego artykułu. Obie grupy wykorzystały do klasyfikacji skład głównych minerałów krzemianowych tego meteorytu.

Warto zauważyć, że niektóre okazy analizowane ostatnio przez Reimolda zawierają okruchy sugerujące, że meteoryt Thuathe jest w istocie chondrytem zbrekcowanym. Podejmuje się dalsze analizy, by potwierdzić klasyfikację podstawowej materii i okruchów. Wyniki dokładnych badań opublikują wkrótce w *Meteoritics and Planetary Science* Reimold i Buchanan.

Typowe kamienie

Jednym z najciekawszych aspektów meteorytu Thuathe jest różnorodność okazów znajdujących na obszarze spadku. Przy przeglądaniu katalogu zebranych okazów przygotowanego przez Ambrose wydaje się, że można znaleźć wiele różnych typów meteorytu, chociaż wszystkie pochodzą z tej samej bryły. Na przykład na niektórych kamieniach widoczna jest kompletna,

gruba, czarna skorupa nie wykazująca żadnych oznak wietrzenia (zob. il. 4), a na innych można zobaczyć kombinacje grubej i cienkiej skorupy na różnych powierzchniach wskazujące, że doświadczyły one rozkruszania i dalszego topienia na różnych etapach przechodzenia przez atmosferę. Na niektórych meteorytach widać, że ich powierzchnia doznawała kilku etapów pęknięcia i topienia na drodze do Ziemi. Il. 5 przedstawia przykłady meteorytów z cienką skorupą obtopieniową, a na il. 6 widać dwa małe kamienie, z których jeden jest wyraźnie orientowany a drugi ma dość niezwykły kształt.

Po przecięciu meteoryt ma barwę jasnoszarą, około 25% widocznych plamek metalu i widoczne chondry (zob. il. 7). Z wyglądu meteoryt Thuathe jest podobny do przynajmniej jednego meteorytu z Afryki, mianowicie Zaga, który jest zbrekcjonowanym chondrytem i jest sklasyfikowany jako H3/6. Gdy okazały Maseru/Thuathe pojawiły się po raz pierwszy na rynku, niektórzy mniej zorientowani dealerzy sądzili, że jest to po prostu materiał z tamtego spadku w północnej Afryce oferowany teraz jako nowe znalezisko z Afryki Południowej.

Podziękowania

Autor pragnie podziękować profesorowi Ambrose i profesorowi Reimoldowi za pomoc i zaproponowane poprawki do artykułu, tam gdzie było to potrzebne. Widać, że wysiłki Ambrose sprawiły, że meteoryt Thuathe jest klasą sam dla siebie, jeśli chodzi o udokumentowanie obszaru rozrzutu, zanotowanie relacji świadków i skatalogowanie odnalezionych kamieni. Pomoc Reimolda i Buchanana znacznie zwiększyła wartość starań Ambrose i uwiarygodniła klasyfikację i naukowe szczegól spadku.

Podobnie starania zespołu z Uniwersytetu Free State także miały dużą wartość dla odnalezienia i sklasyfikowania meteorytu. Do zespołu z Uniwersytetu Free State należeli: pani Annagret Lombard, prof. De Bruin, prof. Van der Westhuizen, dr Praekelt, N. Scholtz, prof. Schoch oraz prof. Wilson z Uniwersytetu Natalu.

Wreszcie to dzięki wysiłkom Tony Ashwortha i jego częstym wyjazdom na teren spadku znaleziono większość okazów. Należy zauważyć, że oba zespoły zbierały materiał głównie do celów naukowych, a nie dla zarobku.

Większość funduszy ze sprzedaży meteorytu Thuathe zagranicznym dealerom jest już przekazywana miejscowej społeczności w postaci dofinansowania tamtejszej szkoły, aby poprawić warunki nauczania, które w większości przypadków są zupełnie nieodpowiednie.

Literatura

Ambrose D., Reimold W.U., Buchanan P.C., 2002. *The Thuathe Meteorite of 21 July 2002, Lesotho: Mapping the Strewn Field and Initial Meteorite Classification*. Praca dostarczona do *South African J. of Science* w listopadzie 2002 r.

Ambrose D., 2003. *Catalogue of Stones from the Strewn Field of the Thuathe Meteorite of 21 July 2002*. (Można

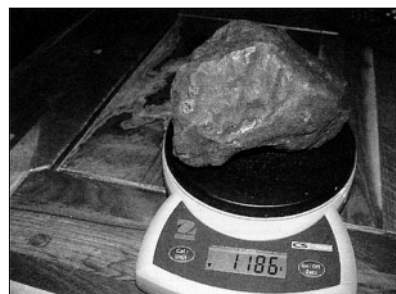
otrzymać od D. Ambrose, House 9 Publications, National University of Lesotho, Roma 180, Lesotho, Southern Africa. Koszt włącznie z wysyłką US\$25).

Lombard A., De Bruin H., Scholtz N., Praekelt H.E., Wilson A., Schoch A., 2002. *The Maseru Meteorite Swarm of 21 July 2002*. Praca dostarczona do *South African J. of Science* w listopadzie 2002 r.

P.O. Box 95403
Waterkloof, 0145
South Africa
tel. (+12) 346 4483
fax +2712 346 6006
mckenzie@global.co.za



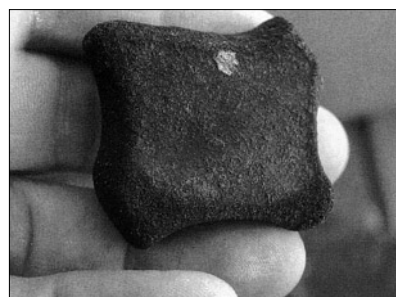
Il. 4. Typowe przykłady meteorytów z kompletną, grubą skorupą obtopieniową.



Il. 5. Typowe przykłady meteorytów z cienką skorupą obtopieniową.



Il. 6. Kształt orientowany i nietypowy.



Il. 7 Wygląd powierzchni przekroju.



Mars: Wyschnięta gąbka?

Dominique Padirac

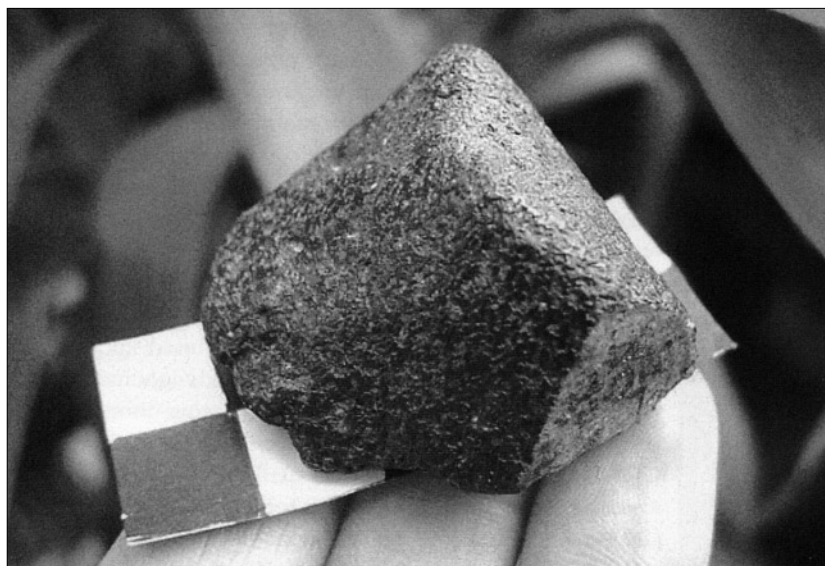
(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 2. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Historię Marsa wciąż dopiero się pisze. Pierwsze wyniki badań odnalezionego niedawno dwudziestego piątego marsjańskiego meteorytu sugerują, że czerwona planeta wygląda na powierzchni jak wyschnięta gąbka. Nazwany NWA 1669 lub Ma-la'ika, „anioły” po arabsku, czarny kamień ważący 38,85 g, kupili w Erfoudzie na południu Maroka, w styczniu 2001 roku Carine Bidaut i Bruno Fec-

też skutki wyrzucenia go z Marsa po gwałtownym uderzeniu planetoidy około 10 milionów lat temu, w postaci mikrospekta i wysokociśnieniowych minerałów, w szczególności styszowitu. Jednak według Alberta Jambona z paryskiego uniwersytetu „Osobliwość tego meteorytu kryje się w subtelnościach jego petrografii.” Jean-Alix Barrat (Uniwersytet w Angers), Philippe Gillet (E.N.S. Lyon)

ciśnieniu. Według Jambona jest to „paradoks czerwonej planety, która tworzy magmy dziesięciokrotnie bogatsze w wodę, niż ziemskie magmy, chociaż nie ma na powierzchni oceanu i wydaje się, że ilość wody jest tam bardzo niewielka.” Magmy, które są wynoszone na powierzchnię dzięki mniejszej gęstości, są głównym środkiem transportu wody z wnętrza planety. Brak oceanów na Marsie sugeruje gwałtowną ucieczkę wody; problem, który wcześniej czy później trzeba będzie rozwiązać.

Od końca 2000 roku grupa francuskich specjalistów od planetarnych meteorytów utworzyła wraz z Konsorcjum Theodore Monoda nieformalną grupę badaczy, która według Philippe Gilleta, dyrektora INSU (Narodowego Instytutu Nauk Uniwersalnych) ma absolutny rekord: „Zbadanie w ciągu niecałych trzech lat pięciu meteorytów marsjańskich i dwóch księżycowych. Nie ma to porównania z żadną grupą

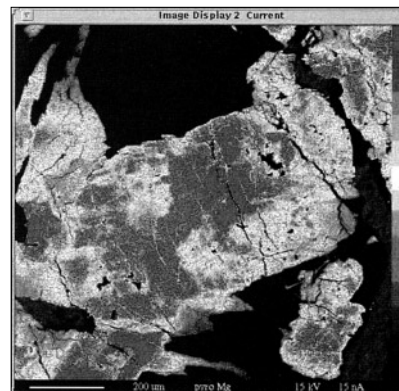


Gdzie podziła się cała ta woda? NWA 1669.

tay. Carine i Bruno mają teraz na swym koncie pięć marsjańskich meteorytów znalezionych w ciągu niecałych trzech lat. Jest to rekord bez precedensu. Dokładne miejsce znalezienia, prawdopodobnie na granicy Maroka i Sahary Zachodniej, jest nieznane.

Ponad 95% meteorytu stanowią dwa pirokseny, augit i pigeonit. Widać

i Albert Jambon pokazali, że ta bazaltowa skała, która utworzyła się 170 milionów lat temu i wydostała się z wnętrza Marsa, zawiera minerały, które nie krystalizowały w normalnej kolejności. Przede wszystkim augit krystalizował wcześniej niż pigeonit, co może zdarzyć się tylko w obecności co najmniej 3% wody przy podwyższonym



Zrobione przez mikroskop elektronowy zdjęcie rozmieszczenia żelaza. Pirokseny (klasyczne minerały skał magmowych) są jasne, a maskelynit, wysokociśnieniowy minerał spotykany szczególnie w meteorytach, jest czarny. Fot. Marcel Bohn.

V Piknik Meteorytowy

Grzegorz Pacer zaprasza do Rudnika Wielkiego koło Częstochowy na Piknik Meteorytowy, 13 lipca br., od około 9 rano do godzin wieczornych. Czas nie jest ściśle określony, ale wiadomo, że ci, którzy zjawiają się wcześniej, będą mieli nieco większy wybór tańszych meteorytów. Jest możliwość niedrogiego noclegu u sąiadki Pacerów, p. Krystyny Kocot, tel. 0-34 32-73-502.

Rudnik Wlk. leży przy trasie Warszawa-Katowice. Zaraz po zjechaniu do wsi trzeba skrócić w drogę w lewo. Gdy był poprzedni piknik, była to droga gruntowa. Adresu Grzegorz nie pamięta i radzi pytać się o Kocotów, na Kołyskach. Podobno każdy pokaże drogę, a Grzegorz ma dom po sąsiedzku.

na świecie z wyjątkiem okresu z końca lat siedemdziesiątych XX wieku, gdy na Ziemię przywieziono próbki z Księżyca.” Francuscy naukowcy mają nadzieję powtórzyć to osiągnięcie za kilka lat, gdy na Ziemię zostaną dostarczone próbki także z czerwonej planety.



Meteoryt Sylacauga z Alabamy

Hal Povenmire

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 2. Copyright © 2003 Pallasite Press)

30 listopada 1954 roku zdarzył się pierwszy dobrze udokumentowany przypadek uderzenia człowieka przez meteoryt. Został on opisany w krótkiej relacji przez geologów, którzy tam byli. Sam meteoryt został opisany w klasycznej publikacji Masona z 1963 r. Celem tej relacji jest przedstawienie wielu szczegółów, które nie zostały dotąd zapisane, zanim nie pójda one w niepamięć, gdyż wiele zamieszanych w to osób już nie żyje.

Miejscem spadku meteorytu był południowo-zachodni narożnik mającego mniej więcej 155 lat białego wiejskiego domu znajdującego się przy drodze Odens Mill. Dom znajduje się trochę na południe od starej autostrady Birmingham (szosa 91) w mieście Oak Grove, na północny zachód od Sylacauga, w hrabstwie Talladega, w Alabamie.

Dom był własnością pani Birdie Guy do jej śmierci w 1988 roku. Dokładne współrzędne miejsca spadku głównej masy to: długość 86°17'40" W, szerokość 33°11'18" N. Miejsce to znajduje się 180 m nad poziomem morza.

1 grudnia 1954 r. farmer Julius Kempis McKinney znalazł drugi, mniejszy okaz. Odległość między miejscami spadku wyniosła 3750 metrów. Było to na południowy zachód od torów kolejowych, po przeciwnej stronie niż droga łącząca miejscowości Odena i Lipsy (dawniej zwana Zubers).

Pan McKinney wioził drewno na opał wozem ciągniętym przez dwa muły. Jeden z mułów przestraszył się jakiegoś obiektu, widocznie z powodu jego zapachu. (Czy jakiś łowca meteorytów myślał kiedykolwiek o użyciu psów myśliwskich do poszukiwań świeżo spadłych meteorytów?) Pan McKinney pomyślał, że to pewnie wąż, ale znalazł tylko czarny kamień. Wyrzucił go, ale później odnalazł i miał go do 8 grudnia 1954 r. Potem przekazał go geologom do zbadania. Później sprzedał meteoryt za „pokaźną sumę”, co pozwoliło mu na kupno samochodu i 10 akrów ziemi.

Przy spadkach meteorytów kamiennych, zwłaszcza dużych, gdy na fragmentach widać płaskie powierzchnie z cienką skorupą obtopieniową, często znajduje się kilka okazów. Mówiono o przynajmniej trzech różnych fragmentach widzianych po końcowym wybuchu i o co najmniej trzech bardzo głośnych gromach dźwiękowych, które słyszano i odczuwano. Jeśli spadło więcej okazów, to powinny one się znajdować niedaleko linii łączącej miejsca spadku okazów Hodges i Mc Kinneya. Pofałdowany teren między miejscami spadku zajmują farmy i rezydencje i mieszka tam dość dużo ludzi. Gdyby powiadomić ich o możliwości znalezienia tam meteorytów, to szansa na znalezienie dalszych okazów jest dość duża.



Liczący 155 lat dom, w który uderzył meteoryt Sylacauga. Meteoryt przebił dach z przodu z lewej strony, przed kominem.

Warto zauważyć, że wiele osób do Montgomery do Sylacauga mówiło, że obserwowali zakłócenia odbioru telewizji w momencie spadku meteorytu (*Birmingham News*, 1954, 1 grudnia). Zjawisko to odnotowywano przy innych relacjach o bolidach analizowanych przez sieć bolidów na Florydzie.

Owego wtorkowego popołudnia pani Ann Elizabeth Hodges, licząca 34 lata, nie czuła się dobrze i po obiedzie zdrzemnęła się trochę. Spała na prawym boku na kanapie we frontowym pokoju. Najwidoczniej grom dźwiękowy i uderzenie meteorytu nastąpiły niemal jednocześnie. Hałas uderzenia oszołomił ją i w pierwszej chwili nie zauważyła, że rykoszetujący meteoryt uderzył ją. I ona i jej mama, pani Ida

Franklin, która szła w sąsiednim pokoju, sądziły najpierw, że wybuchł piecyk gazowy. Na rękę pani Hodges szybko pojawił się duży siniak. Dopiero gdy zauważono światło słoneczne wpadające przez dziurę w suficie w kącie pokoju, zauważono meteoryt. Jego czarna powierzchnia wydawała się pokryta sadzą, ale ten czarny kolor nie dawał się zetrzeć. Meteoryt miał lekko siarkowy zapach i był bardzo ciepły w dotyku. Podobno pani Hodges widziała słup kłębiącego się pyłu nad jej domem zaraz po spadku. Pani Hodges zadzwoniła na policję. Komendant policji, W.D. Ashcraft, zabrał panią Hodges do doktora, Moody D. Jacobsa i z jej zgodą zatrzymał meteoryt. Doktor dokładnie ją zbadał, prześwietlił i odesłał do domu, chociaż jej lewa ręka, biodro i brzuch bolały i były spuchnięte.

Następnego dnia przyjeżdżała do szpitala w Sylacauga na pięć dni odpoczynku, ponieważ „była ona zbyt zszokowana by spać i aby uchronić ją przez nie mającym końca łańcuchem gości i telefonów.” Pisano, że były korki w ruchu na tym terenie na przestrzeni kilku mil. Było także około 200 reporterów starających się o wywiad z panią Hodges.

Pani Hodges, która była dość korpulentna, nie została poważnie zraniona i wszystkie kości były całe. Następnego dnia na biodrze i brzuchu pojawił się siniak 10×20 cm uwidoczniając odcisk meteorytu mimo, że była ona przykryta dwiema grubymi kołdrami (*Life Magazine*, 1954). Uważała ona, że te kołdry uchroniły ją przed poważnymi obrażeniami. Musiała jednak leżeć w łóżku przez kilka dni, a silny ból odczuwała przez wiele tygodni. Podczas gdy jej fizyczne zdrowie wróciło po kilku miesiącach do normy, to nigdy nie doszła w pełni do siebie pod względem emocjonalnym. Pani Hodges, która była z natury spokojna i nieśmiała, nie chciała nawet spojrzeć na meteoryt, gdy do niej wrócił. Oboje, pan i pani Hodges uważali, że meteoryt spowodował wiele bólu, cierpienia i wydatków i wielokrot-

nie stwierdzali, że woleliby, żeby to się im nigdy nie przytrafiło (*Birmingham News*, 1979).

Rozgłos spowodowany tym zdarzeniem nie przyniósł im szczęścia i przyczynił się do ich rozvodu w 1964 r. Zdrowie pani Hodges było coraz gorsze i zmarła na atak serca w domu opieki w Sylacauga w 1972 r. Jest pochowana na cmentarzu Baptistów w Hazel Green w Alabamie, pod bardzo małym, nie wyróżniającym się nagrobkiem.

Na jednym rogu meteorytu skorupa jest odłupana i widoczne jest szare wnętrze. Ten odłupany koniec pierwszy spotkał się z dachem i w tym miejscu do meteorytu przyklejona jest niewielka ilość smoły z dachu. Oględziny dachu, ścian i radia, w które najpierw uderzył meteoryt, wskazują, że gdy meteoryt uderzał panią Hodges, jego energia kinetyczna była w zasadzie zredukowana do zera. Ostatnim obiektem, z którym zetknął się meteoryt przed uderzeniem pani Hodges, był duży radioodbiornik Philco. Jego obudowa była zrobiona z mocnej, wygiętej, laminowanej sklejk. Meteoryt wyłamał w niej dziurę około 8×8 cm. To radio zachował Eugene Hodges. Jak wskazują obliczenia, przed uderzeniem w dach meteoryt miał prędkość około 270 kilometrów na godzinę. Bezpośrednie uderzenie prawie na pewno byłoby śmiertelne.

Okaz meteorytu pani Hodges zabrano helikopterem do Maxwell A.F.B. w Montgomery w Alabamie. Potem poleciał on do ośrodka wywiadu technicznego lotnictwa w Wright-Patterson A.F.B. w Dayton w Ohio, aby zidentyfikować go i zrobić analizy.

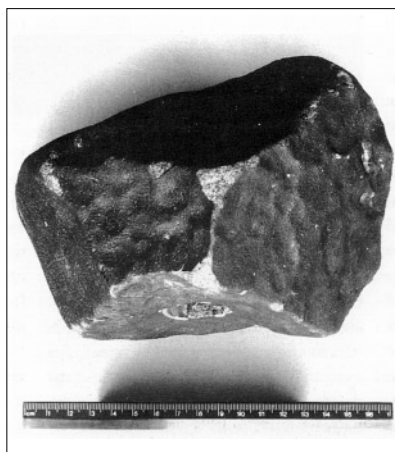
W Stanach Zjednoczonych trzy niezależne postanowienia sądów apelacyjnych (Oregon, Iowa i Nowy Jork) stwierdzają wyraźnie, że meteoryt należy do właściciela terenu, na który spadł. Hodgesowie wynajmowali posesję, na której stał dom, więc legalną właścicielką meteorytu była właścicielka ziemi, pani Birdie Guy. Pani Guy przekazała wszelkie prawa do meteorytu 22 września 1955 r. Eugene'owi Hewlettowi Hodgesowi, mężowi Elizabeth Hodges, za \$500. Zaraz potem panu Hodgesowi zaoferowano ponad \$5500 za ten obiekt. Pani Hodges została później jedyną właścicielką meteorytu i trzymała go przez 15 miesięcy do marca 1956 r. Pani Hodges podarowała meteoryt (za wynagrodzeniem)



Pani Hewlett Hodges trzymająca ważący 3,68 kg meteoryt, który uderzył ją po przebieciu frontowego narożnika tego domu.

Muzeum Przyrodnicze Alabamy, wtedy oddziałowi Geological Survey of Alabama. Okaz pani Hodges ważył 3,68 kg i miał gęstość 3,70. Jest teraz na stałej wystawie w Stanowym Muzeum Przyrodniczym Uniwersytetu Alabamy w Tuscaloosa w Alabamie.

Okaz McKinneya (1,68 kg) ma kształt piramidy z płaskim wierzchołkiem. Jego główne wymiary to 10×10×12,5. Znajduje się na wystawie w Muzeum Narodowym (Smithsonian) w Waszyngtonie.



Chondryt H4, Sylacauga, który spadł 30 listopada 1954 r.

Moment spadku był często (ale błędnie) podawany jako pierwsza po południu czasu lokalnego. Bolid widziało wiele osób i podają one czas 12:45 (± 1 minuta) miejscowego czasu lub nieco przed. Obliczona długość ciemnej części lotu jest około 130 sekund. Z powodu wielu małych niepewności co do momentu czasu, przyjmuje się jako moment spadku 12:46 czasu miejscowego.

Meteoryt jest chondrytem oliwinowo-bronzytowym (H4). Z grubsza jest równoległościannym o wymiarach 17,7×11,8×11,0 cm. Oświetlenie pod małym kątem ukazuje, że jedna strona jest gładka od pozostałych i uwidacznia orientację ablacyjną w atmosferze. Grubość czarnej skorupy jest mniejsza niż 1,0 mm. Wnętrze przypomina szary beton. Z dołu tego obiektu wybrano rdzeń o średnicy około 31 mm i głębokości 34 mm do zbadania wnętrza i zrobienia płytki cienkiej. Oglądałem główną masę i naliczyłem aż 15 płaskich powierzchni, od których mogły zostać odłupane fragmenty. Większość z nich została prawdopodobnie zniszczona w procesie ablacji, o czym świadczą wiele małych iskerek, długi ogon pyłu i końcowy wybuch w kształcie grzyba. Większość obserwatorów określała masywny ogon i obłok po końcowym wybuchu jako białe. Niektórzy obserwatorzy patrzący prawie pod Słońce i widzący sylwetkę gęstego obłoku, określali go jako ciemny lub czarny. Obłok trwał co najmniej 15 minut i wyciągał się w spiralę.

Niebo było zupełnie czyste i końcowy wybuch i początek ciemnej części lotu były dobrze widoczne z terenu Uniwersytetu Alabamy w Tuscaloosa. Donald Lovelass, student, patrzył na wschód i widział spadanie bolidu. Bolid miał pomarańczowy kolor i bardzo wolno się przemieszczał w ciągu kilku sekund widoczności. Jego obserwowana średnica z tej odległości była znacznie mniejsza od Księżyca w pełni i przypominała mu kulę świetlnej racji „w pewnej odległości”. To miejsce obserwacji

jest około 116 km WNW od domu Hodgesów i wskazywałoby, że końcowy wybuch nastąpił na wysokości około 19 km. Potwierdzają to głośne zjawiska dźwiękowe słyszane w okolicy Sylacauga i na SSW stamtąd. Te zjawiska dźwiękowe słyszano i odczuwano tak silnie w Montgomery, około 75 km na SSW, że pewien chłopiec omal nie spadł z roweru (czasopismo *Time* 1954).

Linia łącząca punkty spadku wskazuje, że azymut trajektorii był około 9,5° na wschód od północy. Wiatr w tym czasie był z południowego zachodu, co wskazuje wyraźny ogon pyłu i obłok po końcowym wybuchu. Ponieważ na lżejsze obiekty wiatr działa silniej niż na cięższe, to azymut lotu przyjęty do celów obliczeniowych jest 0°.

Radiant znajdował się wysoko na SSW, co wskazuje obserwowany azymut, niemal pionowy słup ogona i silne zjawiska dźwiękowe. Masywny końcowy wybuch był obserwowany w zasadzie w zenicie nad Sylacauga.

Podjęto próbę wyznaczenia ogólnego kształtu orbity i przedziału jej przybliżonych elementów. Nawet przy wielu przybliżeniach orbita jest zaskakująco zgodna i jest dostatecznie bliska do celów porównawczych, by powiązać ją z innymi znanymi czy pokrewnymi obiektami. Zrobiono poszukiwania w literaturze elementów orbit planetoid z grupy Apolla, bolidów i spadków meteorytów. Po porównaniu tej orbity ze znanymi planetoidami Apolla stało się oczywiste, że 1685 Toro

był znacznie bardziej prawdopodobnym kandydatem, niż jakakolwiek inna ze znanych planetoid grupy Apolla.

Po dużym bolidzie, czy spadku meteorytu zwykle pojawiają się liczne doniesienia o innych bolidach, meteorach i niezwykłych kamieniach. Zdaniem autora, żadne z doniesień, które otrzymała lokalna prasa w następnych tygodniach po spadku, nie miało związku z tym zjawiskiem, ponieważ radiant tego spadku meteorytu był pod horyzontem w miejscu i czasie obserwowania opisywanego zjawiska.

*Florida Institute of Technology
215 Osage Drive
Indian Harbour Beach, FL 32937*



Meteoryty, Cząsteczki i Minerały Czy jest to recepta na życie?

Victoria K. Pearson i Mark A. Sephton
 tłum. Magdalena Pilska-Piotrowska

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 2. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Młoda Ziemia była zdewastowanym i niegościnnym miejscem. Przez ponad pół miliarda lat pozostawała bez życia; nieożywiony byt. Częściowo było to spowodowane bombardowaniem przez planetoidy, które regularnie powodowały spustoszenie na powierzchni. Z czasem zderzenia stawały się coraz rzadsze i nastąpił względny spokój — i wtedy pojawiło się życie.

Powstanie życia na Ziemi owiane jest tajemnicą. Twarde, skamieniałe dowody są znajdowane tylko w skałach młodszych niż 3,5 miliarda lat. Jednakże, 3,8 miliarda lat temu, uformowały się pierwotne oceany i rozpoczęło się deponowanie osadów występujących w wodzie. Chemiczne dowody pochodzące z tego rodzaju antycznych osadów Grenlandii wskazują, że w tym czasie mogły powstać prymitywne formy życia. Zmiany chemiczne utrwalone w skalnym zapisie były najwcześniejszymi, pośrednimi oznakami życia. Te naukowe odkrycia dotyczą jednak momentu pojawienia się życia, natomiast ciągle nie rozwiązują podstawowej zagadki — jak życie powstało?

Największe umysły nauki jak Platon, Arystoteles, Pasteur i Darwin, wszyscy razem przyczynili się do uformowania naszych obecnych poglądów na narodziny życia, ale żaden nie był w stanie przedstawić ostatecznej odpowiedzi. Żaden nie był w stanie uciec od religijnej, politycznej a nawet naukowej dezaprobaty, z którą spotykały się studia nad tym tematem.

I tak w 1924 roku, biochemik Aleksandr Iwanowicz Oparin opublikował krótką rozprawę dotyczącą prawdopodobieństwa, że cząsteczki organiczne, podobne do tych niezbędnych dla życia, były w sposób naturalny syntetyzowane na pierwotnej Ziemi. Chociaż sprzeciwiało się to wierzeniom religijnym, jego teoria spotkała się z entuzjazmem w komunistycznej Rosji, która w tym czasie przypadkowo eksperymentowała z ateizmem. Niezależnie ale jednocześnie, w Anglii, J. S. Haldane podobnie rozważał możliwość syntezy złożonych związków biochemicznych na prebiotycznej Ziemi. Brał pod uwagę „gorącą rozcieńczoną zupę” prostych cząsteczek organicznych, które formowały bardziej

złożone formy poprzez przypadkowe interakcje chemiczne. Przyjmując, że całe życie było takie samo na poziomie chemicznym, Oparin i Haldane rzucili rękawicę ich krytykom i im podobnym; ich idea pierwotnej zupy stała się kręgosłupem studiów nad powstaniem życia.

Zainspirowani hipotezą Oparina i Haldane, Miller i Urey dokonali w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku słynnej syntezy złożonych cząstek organicznych w symulowanym środowisku pierwotnej Ziemi. Reakcje chemiczne, aktywowane przez wyładowania elektryczne (błyskawice) wśród metanu, amoniaku i innych chemikaliów w ich „atmosferze” prowadziły do rozwoju coraz bardziej złożonych cząstek takich jak aminokwasy.

Jednak, przeoczyli oni jeden podstawowy, brakujący składnik, który był łatwo dostępny na pierwotnej Ziemi — kamienie! Wracając na pierwotną Ziemię już po okresie bombardowań, J.D. Bernal przypuszczał, że było to środowisko gdzie powierzchniowe procesy przejawiały się przeważnie w ten sam sposób, jak to się dzieje obecnie; z rze-

kami i erozją, dolinami powodziowymi i pływowymi estuariami. Woda nieustannie zalewała ławice estuariów, niosąc zawieszone w niej cząsteczki bardzo podobne do gliny wraz z próbkami cząstek organicznych. Tylko podczas przyptywów i odpływów ta materia osiadała na ławicach formując warstwy błota. Używając gliny jako katalizatora, cząsteczki organiczne były zdolne do polimeryzacji prowadzącej do bardziej złożonych form.

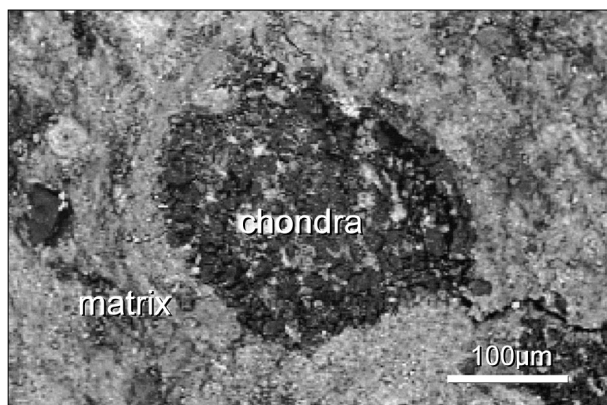
W latach czterdziestych była to radykalna teoria lecz idea Bernala nie została całkiem odrzucona. W latach siedemdziesiątych Graham Cairns-Smith zaproponował model „genetycznego przejmowania” Używając powierzchniowych minerałów jako szablonu, przypuszczał, że cząsteczki organiczne mogą adsorbować lub przylepiać się do powierzchni minerału i ustawiać się w szeregu korzystając ze strukturalnej informacji dostarczanej przez minerały — „kryształiczne geny”. Pomimo elokwentnej idei, minerały nie posiadają zdolności gromadzenia informacji potrzebnej do startu genetyki i społeczność naukowa nie w pełni akceptowała teorię Cairns-Smitha.

Ponieważ nie znaleziono w ziemskich skałach zapisu dowodowego prymitywnej molekularnej ścieżki ewolucyjnej, więc musimy sięgnąć do innego lepszego źródła informacji jakim są meteoryty. Chondryty węgliste, w szczególności, są naturalnymi laboratoriami w których można studiować ewolucję materii od narodzin Układu Słonecznego, 4,6 miliarda lat temu. We wnętrzu tych skał są zachowane cząsteczki organiczne, z których część nie różni się od cząstek Ureya i Millera syntetyzowanych w ich laboratorium. Badania wy-

kazały obecność „wolnych” aminokwasów, kwasów karboksylowych, alifatycznych i aromatycznych węglowodorów, z których wszystkie mogą być istotne w rozwoju organizmu biologicznego. Nie było zaskoczeniem, iż badania wykazały, że te organiczne cząsteczki mają faktycznie abiotyczne pochodzenie, nawet zawierające oznaki międzygwiazdnej przestrzeni, jednakże ich biologicznego znaczenia nie można zlekceważyć.

Ostatnio, używając technik, normalnie stosowanych w biochemii, materia organiczna w meteorytach została chemicznie „oznaczona” w Open University i w Oxford Brookes University. Stałe fragmenty meteorytowe oglądane przez skaningowy mikroskop elektronowy ujawniają, że organiczna materia znajduje się w miejscach bogatych w minerały ilaste. (Fot. 1), a fragmenty meteorytu pozbawione glin są organicznie jałowe. Jest jasne, że wtedy w pierwotnym Układzie Słonecznym, na krótko przed pojawieniem się życia, gliny i materia organiczna były w bardzo ścisłym kontakcie. Wyniki te są znaczące z trzech powodów.

Po pierwsze, osady ziemskie wykazują takie same organiczno-nieorganiczne powiązania i geolodzy zaproponowali, że znane właściwości adsorpcyjne i katalityczne glin mogły wspomagać wzrost rozległych organicznych ukła-



Fot. 1. Gliny w meteorytach mogły odgrywać kluczową rolę w rozwoju biologicznie użytecznych cząstek w pierwotnym Układzie Słonecznym. Ten obrazek przedstawia materię ciasta skalnego zawierającą glinę i organiczne cząsteczki, otaczającą wolną od gliny i organicznie nieurodzajną chondrę w meteorycie Murchison.

dów, z mniejszych, wcześniej istniejących cząstek organicznych.

Po drugie, ten sam proces mógł zachodzić w ciele macierzystym meteorytu tworząc makrocząsteczki, które znajdujemy w chondrytach węglistych. Wiemy, że w kosmosie ciecze przepływały przez macierzystą planetoidę niosąc małe składniki organiczne uformowane w przestrzeni międzygwiazdnej. Gdy te ciecze przepływały, przeobrażały istniejące już minerały formując masę uwodnionych minerałów, częścią której są minerały ilaste. Tak jak w osadach ziemskich, cząsteczki organiczne przykleiły się do powierzchni glin i zostały uwięzione pomiędzy jej warstwami. Wzrastały one, używając glin jako katalizatora, formując makrocząsteczki.

Po trzecie i najistotniejsze, to mogło dostarczać mechanizm do obrony biologicznie ważnych składników przed zniszczeniem w surowym środowisku. Uwięzione w warstwach minerałów ilastych cząsteczki te były zabezpieczone przed rozproszeniem i zniszczeniem. Cząsteczki te mogły być dostarczane na pierwotną Ziemię lub na powierzchnie innych planet takich jak Mars, i zapoczątkować chemiczną ewolucję życia. Jest to kuszące wyobrazić sobie ten mechanizm zachodzący na części powierzchni planety przypominającej mroczne ujście na pierwotnej Ziemi Bernala. Jednak gdziekolwiek i kiedykolwiek w historii układu Słonecznego miało to miejsce, jedna rzecz jest jasna: znaczenie minerałów w formowaniu życiodajnych cząstek wygląda bardziej prawdopodobnie niż kiedykolwiek.

Autorzy są członkami Planetary and Space Sciences Research Institute, Open University, UK.

Deszcz meteorytów koło Chicago

Około północy, 27 marca, jasny bolid rozbłysnął nad czterema stanami środkowego zachodu USA eksplodując i zasypując okolice Chicago meteorytami. Jeden meteoryt przebił dach i wpadł do pokoju w domu Kennetha i Karen Barnes w Park Forest w stanie Illinois. Zostały uszkodzone inne domy w Park Forest i sąsiednim Matteson, a ponad 60 okazów zabrano na miejscowy posterunek policji.

Profesor Paul Sipiera z Harper College w Palatine zbadał liczne okazy meteorytu kamiennego i mówi, że obszar rozrzutu ma około 130 km długości i 32 km szerokości.

Od redaktora Meteorite: Więcej szczegółów tego wydarzenia będzie w następnym numerze.

Minimalna kolekcja meteorytów

Martin Horejsi

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 2. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Gdy ktoś zaczyna kolekcjonować meteoryty, to od jakiego momentu można uznać, że ma już kolekcję? Chociaż ten problem może wydawać się akademickim przy rozmaiłości meteorytów i sposobów ich kolekcjonowania, podchodzę do niego z minimalistycznego punktu widzenia. Możecie się zgadzać lub nie, ale takie jest moje zdanie, z czego powinna składać się minimalna kolekcja meteorytów. Okazy wybrałem pod kątem ich znaczenia dla nauki, ich znaczenia historycznego oraz ich dostępności (ponieważ listę okazów prawie niemożliwych do zdobycia trudno by uznać za wzorzec do naśladowania i byłby z niej niewielki pożytek). Oczywiście jest także wiele możliwych substytutów, które równie dobrze, a może nawet lepiej, mogłyby nadawać się na odpowiednie miejsce w kolekcji.

1. Canyon Diablo: Najbardziej znany i najlepiej zachowany krater uderzeniowy na świecie jest wynikiem spadku meteorytu żelaznego Canyon Diablo 50000 lat temu. Materię meteorytu Canyon Diablo wykorzystano do datowania wieku Ziemi, a wyczerpujące badania krateru pomogły ustalić specyficzne utwory wykorzystywane do odróżniania kraterów uderzeniowych od wulkanicznych.

2. Allende: Ten słynny deszcz nie tylko utworzył największy obszar rozrzutu na świecie, ale także stał się przedmiotem większej liczby badań naukowych niż jakikolwiek inny meteoryt. Przed spadkiem Allende w 1969 roku klasa chondrytów węglistych, najbardziej pierwotnych meteorytów, była irytująco rzadko spotykana. Do dziś zebrano ponad 1000 kg Allende. Niektóre inkluzje w tym meteorycie są starsze od Ziemi, włącznie ze starszymi od Słońca nanodiamentami. Allende spadł także cztery miesiące przed pierwszym lądowaniem człowieka na Księżycu, więc był szczególnie mile witaną próbką pozaziemskiej materii, którą wykorzystano do kalibrowania przyrządów badawczych.

3. Millbillillie: Stwierdzenie, że obserwowane spadki achondrytów są rzad-

kością, jest i tak zbyt skromnym określeniem, chociaż Millbillillie jest pięknym i dość obfitym przykładem takiego właśnie zjawiska. Aby jeszcze bardziej podkreślić ważność tego meteorytu, jego ciało macierzyste jest zdaniem naukowców znane i jakby tego było mało, śnieżnobiałe, z ciemnymi plamkami, wewnątrz Millbillillie ostro kontrastuje z czarną jak smoła powierzchnią z trudem pasującą do popularnego wyobrażenia, jak powinien wyglądać meteoryt.

4. Imilac: W konkursie piękności meteorytów pallasyty mają niewielu konkurentów. Cienka, polerowana płytka Imilaca wygląda jak kosmiczny, zielono-żółty witraż. Pallasyty uważane są za przedstawicieli materii z pogranicza jądra i płaszcza planetoidy. Z grubsza są mieszaniną jednakowych ilości oliwinu i metalu. Imilac nie jest tu jedyną propozycją, ale jest jednym z najbardziej stabilnych pallasytów i jego ceny nie są zawrotne.

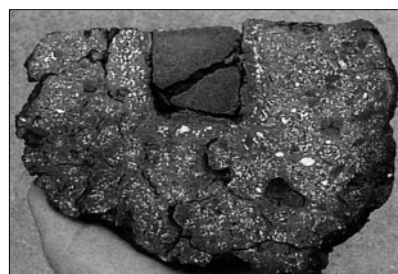
5. Holbrook: Ten meteoryt z Arizony proponuję tu jako przykład całkowitego okazu z obserwowanego deszczu. Tysiące „Holbrooków” spadły blisko sto lat temu nie tak daleko od Canyon Diablo. Holbrook jest dobrze udokumentowanym spadkiem, którego obszar rozrzutu wciąż daje co roku kilka nowych okazów. Stanowi on ważny wkład do meteorytyki ze względu na dużą liczbę świeżych okazów znajdujących się teraz w kolekcjach całego świata. Zajmuje także ważne miejsce na tej liście jako jedyny przedstawiciel najbardziej liczebnej klasy meteorytów.

6. Murchison: Nazwanie Murchisona dziwnym to mało powiedziane. Jak Allende, Murchison jest chondrytem węglistym, ale zupełnie innego rodzaju. Po pierwsze Murchison zasmrodził miasto w Australii, gdzie spadł (także w 1969 r.) i od tego czasu laboratoryjne analizy wyizolowały ponad 90 różnych aminokwasów, oraz inne cząsteczki organiczne i wodę. Niektórzy sądzą, że Murchison może reprezentować materię kometarną, podczas gdy inni zastanawiają się, czy zawiera zarodki życia. Jakby

tego było mało, Murchison zawiera w czarnym cieście skalnym z kolorowymi plamkami, międzygwiazdne ziarna, które rzeczywiście pochodzą spoza naszego Układu Słonecznego.

7. Gibeon: Okazy tego zupełnie dobrze zachowanego meteorytu żelaznego są jednymi z najbardziej dostępnych i stabilnych meteorytów żelaznych. Gibeon ma także jedno z najładniejszych figur Widmanstättena po wytrawieniu i, aby postawić kropkę nad i, jest także jednym z najtańszych meteorytów żelaznych.

8. Sikhote-Alin: Spadki meteorytów żelaznych są zaskakująco rzadkie, więc obserwowany deszcz meteorytów Sikhote-Alin w 1947 r. umożliwił rzadkie wejście w gwałtowną dynamikę, gdy tony pędzącego z ogromną prędkością metalu zderzają się z powietrzem. Jak w przypadku Allende obfitość Sikhote-Alin jest ważnym wkładem do nauki a także kolekcjonerstwa.



Podpis: Vaca Muerta, 2,3 kg z kolekcji Roberta Haaga. Zauważmy niezwykle bryłkę w górnej części. Fot. Robert Haag.

9. Vaca Muerta: Podobnie jak pallasyty, ten meteoryt żelazno-kamienny można rozpoznać na pierwszy rzut oka. Jako mezosyderyt Vaca Muerta może reprezentować kosmiczną kolizję kamiennej i żelaznej planetoidy. Chociaż większość mezosyderytów osiąga wysoką cenę za gram, Vaca Muerta często kosztuje niewiele więcej niż chondryty zwyczajne.

10. Zagami: Obserwowany spadek kawałka Marsa jest rzadkim zjawiskiem, ale znaleziono już wiele okazów SNC. Zagami jest świeżym i dość dostępnym przykładem Marsa, a historia jego kolekcjonowania z upływem czasu staje się coraz bardziej barwna. 

Tucsońskie targi meteorytowe — 2003

O. Richard Norton

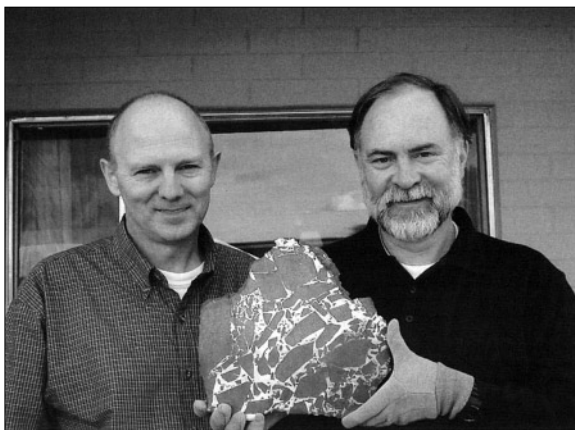
(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 2. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Jeszcze raz targi meteorytowe ściągnęły do Tucson ludzi z całego świata. Cóż nowego, znów rzadkie kamienie z kosmosu wołałyby do nas — Kup mnie! Kup mnie! Był czas, kiedy rzadkie meteoryty były właśnie tym — rzadkością. Pamiętam, kiedy nagle pojawiły się na targach eukryty Millbillillie (dzięki Bobowi Haagowi). Jakież to były emocje. Dla mnie posiadanie eukrytu było marzeniem, które się spełniło. Wraz z własnością przysłała odpowiedziałność. My właściciele byliśmy teraz opiekunami Millbillillie — to znaczy musiały one zostać ładnie wystawione i opisane. To nam, nowym właścicielom przypadło uczenie naszych przyjaciół o znaczeniu tych rzadkich bazaltów z pasa planetoid. Codzienny rzut oka, gdy przechodziłem obok skromnej ale rosnącej gabloty z meteorytami, był obowiązkiem.

Jakże inaczej wyglądała to dziś. Weszliśmy do sali Bruna i Cariny i był tam nie jeden nowy eukryt, ale tuziny. Wydaje się, że eukryty są niemal równie liczne jak były kilka lat temu nowe chondryty zwyczajne. Dorothy próbowała spisać nowe znaleziska z Sahary, ale szybko się poddała. „Po prostu garść eukrytów i tyle” usłyszałem, jak jeden z gości powiedział spokojnie do przyjaciela. Meteorytowy róg obfitości rozsypał się z każdym typem meteorytu, jaki tylko mógł przyjąć do głowy. Chcesz bencubinit? Proszę! Co z brachinitami? Tak, mamy je tu. OK, spróbujmy tego „Czy jest shergottyt pikrytowy?” Oczywiście, cztery do wyboru. Naprawdę musiałby to być rzadki meteoryt, gdyby go nie było na tych targach. Ostatnia próba. Czy jest diogenit z oliwinem? Diogenity są prawdopodobnie skałami z górnego płaszcza, ale ciekawe, że nie było żadnego z oliwinem — charakterystycz-

nym dla skał płaszcza. Cóż — Bruno sięgnął do pudełka i pokazał mi diogenit z oliwinem. I tak dalej.

Rzadkie meteoryty były wszędzie, prawie wszystkie z gorących pustyni. Wkrótce stało się dla nas oczywiste, że dziś pojęcie rzadkiego meteorytu ma już nieco inny sens. Tu można było dostać każdy — za solidną cenę. Gdy przed laty kupowałem na tych targach Millbillillie, pamiętam, że płaciłem \$1 za gram. Teraz Millbillillie kosztuje \$20 za gram. Mniej więcej w tym samym czasie kupiłem kawałek Murchisona za \$10 za gram. Teraz jest \$100 za gram.



Bob Verish trzyma wspaniałą płytę meteorytu Portales Valley znalezionej przez Roberta Woolarda (z lewej).

O co w tym wszystkim chodzi? Sęk w tym, że meteoryty nie wydają się podlegać prawu podaży i popytu. Wydaje się, że im bardziej eukryty są dostępne, tym więcej kosztują. Słyszeliśmy narzekania wystawców na kiepską sprzedaż na tych targach i narzekania potencjalnych kupujących na wysokie ceny. Może kupujący i sprzedający powinni połączyć siły by zdecydować, jaka powinna być rozsądna cena zależnie od rzadkości okazu. Tak sobie tylko myślę...

Godne uwagi były eleganckie wystawy meteorytów w luksusowym ośrodku Westward Look. Tu więksi dealerzy łączyli wspaniałe okazy, tylko na wystawę, z setkami okazów wszystkich typów, które były na sprze-

daż. Wędrujący bracia Hupé wspólnie z Alanem Langiem stworzyli wystawę godną Smithsonian. Z radością zobaczyliśmy powrót Boba Haaga po czteroletniej przerwie. Miał piękną salę w Westward Look, gdzie pokazał swą słynną kolekcję (tylko do oglądania) i mnóstwo okazów na sprzedaż. Zupełnie jak za dawnych czasów, tylko w znacznie bardziej eleganckiej oprawie. Weszliśmy do jego sali i zostaliśmy przywitani mocnym uściskiem, jak tylko Bob Haag potrafi. Potem weszli dwaj dobrze znani meteorytycy: Dr Carlton Moore, dyrektor Centrum Badań Meteorytów Arizonońskiego Uniwersytetu Stanowego i Dr Everett Gibson z NASA w Houston. Everett Gibson odgrywa główną rolę w batalii na temat ALH 84001, marsjańskiego meteorytu z możliwymi śladami życia mikrobiologicznego. Miło było widzieć zawodowców zainteresowanych targami w Tucson i nadmiarem dostępnych okazów.

Jakby dla uświetnienia swego powrotu na targi Haag wydał właśnie nowy katalog swej kolekcji. Kolorowe wydanie zawiera zdjęcia setek meteorytów z zewnątrz i od wewnątrz. Znacznie przewyższa jakąkolwiek z jego wcześniejszych publikacji. Powinno być bardzo przydatne dla kolekcjonera i przyjąłem go z entuzjazmem. Everett Gibson powiedział Bobowi, że ta książka byłaby interesująca i pomocna dla naukowców szukających meteorytów na Antarktydzie. Aby nie dać się prześcignąć swemu przyjacielowi i konkurentowi Marvin Killgore z Southwest Meteorite Laboratory, także miał ładną wystawę w Westward Look i podobnie jak Bob, opublikował własną kolekcję meteorytów w atrakcyjnej książce w twardej oprawie z kolorowymi ilustracjami. Obie są miłym dodatkiem do

naszego rosnącego zbioru książek meteoritowych.

Na tych targach nie ma miejsca na nudę i często byliśmy zdumieni tym, co się działo. Przez mniej więcej ostatnie dziesięć lat paleontolodzy wykorzystywali oryginalne szkielety dinozaurów do robienia dokładnych kopii zachowując w ten sposób oryginalne skamieniałości. Ma to sens, ponieważ zmniejsza znacznie koszt rekonstrukcji i pozwala na zrobienie wielu z nich z odlewów. Teraz widzimy, że meteority stały się równie stare jak kości dinozaurów. Na targach widzieliśmy wiele kopii meteorytów wystawionych na sprzedaż. Ich ceny są porównywalne z cenami meteorytów sprzed jakichś 20 lat. Muszę się przyznać, że przed laty skusiłem się na zakup kopii orientowanego meteorytu kamiennego Adamana z Arizony nazywanego „kamieniem wenusjańskim”. Jeśli nie można kupić oryginału, wtedy radzę dobrze zrobioną kopię. Odlewy, które widzieliśmy, były ładnie zrobione i byłyby ładnym dodatkiem do kolekcji za niewygórowaną cenę.

Odzbą targów były jak zwykle aukcje. Te dwie różniły się jak noc i dzień. Aukcja Michaela Blooda wyglądała zupełnie jak na dawnym dzikim zachodzie. Nie strasznie naukowa, ale mnóstwo dobrej zabawy. Licytujący sami musieli wiedzieć, co licytują, ponieważ prowadzący aukcję czasem wygłaszał tylko tajemnicze komentarze w rodzaju „To wygląda zupełnie jak kamień, którym Dawid zabił Goliata”. Następnie na stole aukcyjnym umieszczono „Matkę wszystkich meteorytów”. Była to główna masa, 73 kg, meteorytu Taza. Młody chłopak spokojnie podniósł kartę przy „\$38000”. Na chwilę zapadła cisza. Michael trochę niedowierzająco spytał „czy to poważna oferta?” Tak było i Michael był w stanie spłacić swoje rachunki! Amen.

Allan Lang poprowadził pierwszą „milczącą aukcję”, która kończyła się punktualnie o 3:45 po południu. Składała się wyłącznie z klasycznych meteorytów. Była tu okazja uzupełnienia kolekcji o okazy, które pojawiały się i znikwały w minionych latach, niektóre z etykietkami Hussa: Julesberg, Wellman, Owasco, Etter, Vaca Muerta, Pekskill, Ibitira, Allende, aby wymienić tylko kilka. Tylko te osoby, które często sprawdzały aukcję, miały szansę wygrać licytację. Było kilkanaście



Bob Haag trzyma duży okaz Tagish Lake, który podziwia dr Carleton Moore (z prawej) i dr Everett Gibson (z lewej).

osób, gdy zbliżał się koniec. Te osoby były przygotowane na podanie ostatecznej oferty i zrobiły to.

Jak zwykle aukcja Macovicha była mocną sprawą. Zeszłego roku kolekcja Macovicha zaprosiła zawodowego licytatora, by poprowadził aukcję. W tym roku Claudia Florian pojawiła się ponownie. Zachowywała się bardzo profesjonalnie i przydała imprezie sporo dostojęstwa. Jak zwykle licytujący otrzymali przewodniki aukcyjne z najniższą i najwyższą oceną wartości każdego okazu. Wiele licytacji zakończyło się jednak poniżej najniższej oceny, a nawet poniżej cen dealerów.

Raz jeszcze Jim Kriegh i Monradowie przygotowali wspaniały wieczorek, na którym tego wieczoru prawie każdy pod jakimś względem się pokazał. Wykorzystałem zgromadzenie, by powiadomić o artykule z „Meteoritics and Planetary Science”, w którym pewien prawnik omawia kwestię własności meteorytów, jako okazów naukowych. Jest to poważny artykuł, który podnosi ostrzegawczą flagę przypomi-

nając, że są w meteoritowych kręgach tacy, którzy uważają kolekcjonowanie za przestępstwo i chcieliby, aby wszystkie meteority zostały zabrane z rąk kolekcjonerów. Więcej o tym w przyszłym numerze *Meteorite*.

Słyszeliśmy wiele dobrego o przyjęciach urodzinowych w restauracji La Fuente wydawanych przez Geoffa Notkina i Steve Arnolda od wielu lat, ale nigdy tam nie byliśmy. Postanowiliśmy więc pójść. Gdy przybyliśmy, było tam pełno ludzi i nie trzeba dodawać, że dobrze się bawili. Potem nastąpiła atrakcja wieczoru — wręczenie nagród Harveya. Ze zdumieniem usłyszeliśmy wraz z Dorothy nasze nazwisko. Okazało się, że to dostojne grono przyznało nam „Nową nagrodę dla pisarza i badacza za stworzenie *Rocks from Space* i wyjątkowej *Cambridge Encyclopedia of Meteorites*.” Inne nagrody otrzymali: James Kriegh za odkrycie i sporządzenie mapy obszaru rozrzutu Gold Basin, Steve Schoner za wkład do poznania obszaru rozrzutu Głoriety; Greg i Adam Hupé za przywiezienie niezwy-



Szczęśliwych Walentynek!

kłego zestawu meteorytów z Afryki Północno-zachodniej. Nagrody były miłym zakończeniem wieczoru zabawy w koleżeńską atmosferze.

Co roku Dorothy przypomina mi, że zawsze podczas targów w Tucson wypadają Walentynki i co roku staram się uczcić tę okazję jakimś miłym podarkiem z targów. Tego roku było ina-

czej, a przynajmniej tak mi się wydawało. Byłem tak zajęty oglądaniem, kupowaniem i opisywaniem, że nie udało mi się zdobyć potrzebnego prezentu. Dorothy jednak nie zapomniała. W spokojniejszej chwili wręczyła mi pudełko czekoladek w kształcie dużego serca, a przynajmniej tak to widziałem. Po otworzeniu zauważyłem

jednak, że czekoladki znikły. Ich miejsce zajmował zestaw pięciu meteorytów, które wybrała starannie dla swego „meteorytowego” męża. Doprawdy! Czyż miłośnik meteorytów może chcieć coś więcej na Walentynki? Zdrośćcie chłopcy.



Kraterzy Meteorowe Odessa i Centrum dla zwiedzających

Dirk Ross

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 2. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Ten rok, 2003, oznacza pierwszą rocznicę istnienia nowego Centrum dla odwiedzających Kraterzy Meteorowe Odessa. Otwarto go w marcu 2002 r. Kraterzy i Centrum zajmują teraz czterdzieści chronionych akrów. Samo centrum ma około 1600 stóp kwadratowych włącznie z muzeum wypełnionym wystawami. Są tam prezentowane meteoryty nie tylko znalezione na miejscu, ale także około trzydziestu innych, plansze wyjaśniające powstanie krateru i książki o meteorytach i kraterach. Jest też miejsce prezentowania programu video dla tych, którzy chcą dowiedzieć się więcej o meteorytach i ich spadkach.

Nie ma innego miejsca na Ziemi podobnego do Teksasu i jego ludzi i nie ma innych kraterów meteorytowych podobnych do kraterów Odessa. Ulo-

kowane na Llano Estacado, bezkresnym pięknie pustynnego płaskowyżu, kraterzy może łatwo przeoczyć każdy przejeżdżający... chyba że zauważy znaki przejeżdżając międzystanową autostradą nr 20 koło miasta Odessa.

Kraterzy Odessa są łatwo dostępne i pozwalają zwiedzającym na bliski kontakt z nimi w wygodnych warunkach. Są utwardzone ścieżki prowadzące przez utwory kraterów i wokół dwóch głównych kraterów, a tablice przy ścieżkach opisują różne utwory znajdujące się tam. Nie ma bystrookiej obsługi, jak w kraterze Barringera, śledzącej każdy ruch i zabraniającej zbliżyć się bardziej zainteresowanym. Każdy może oglądać i studiować, co chce i ile czasu chce, albo po prostu usiąść i podziwiać krajobraz słuchając brzęczenia szybów naftowych.

Dzięki dobrym ludziom z hrabstwa Ector, a szczególnie prawnikowi Tomowi Rodmanowi, za determinację, aby wybudować, promować i chronić to cenne miejsce. Gospodarzem obiektu jest pan Bob Rice. Bob odpowiada na pytania zwiedzających, a jeśli ma czas, oprowadza po terenie.

Krótką historia

Pierwszym Teksasńczykiem, który znalazł meteoryt koło krateru w latach dziewięćdziesiątych XIX wieku, był rancher, Julius Henderson. Zauważył on, że meteoryt (zbądany i potwierdzony przez G.P. Merrilla ze Smithsonian Institution w 1922 r.) znajdował się w pobliżu płytkiego zagłębienia obwiedzonego wa-

łem. C. Bibbins (1926) proponował, że to zagłębienie może być „wybuchowe”. W 1927 r. E. H. Sellards zaproponował, że krater mógł zostać utworzony przez meteoryt. Daniel M. Barringer, po opisanu najpierw Krateru Barringera w Arizonie, był pierwszą osobą, która opisała w 1929 r. zagłębienie jako krater uderzeniowy. Barringer zaproponował także, że Kraterzy Odessa i Krater Barringera mogą być skutkiem tego samego zjawiska, ponieważ meteoryty są tego samego typu, a kierunki spadku i nachylenia także się zgadzały.

Kraterzy Odessa mają zaszczyt być drugimi opisanymi kraterami uderzeniowymi w Stanach Zjednoczonych. Pod koniec lat trzydziestych i na początku czterdziestych XX wieku Glen L. Evans z Uniwersytetu Teksasu w Austin prowadził rozległe wykopaliska i prowadził badania geologiczne, ale z powodu II Wojny Światowej badania zostały wstrzymane i niewiele opublikowano. W późniejszych latach wykopane materiały zgubiono i obszerna publikacja Evansa o kraterach nie została nigdy ukończona.

Zderzenie, które wytworzyło kraterzy, miało miejsce w plejstocenie; moment zderzenia ocenia się na 20000 – 50000 lat temu. Datowanie zjawiska oparto na skamieniałych kościach konia i mamuta znalezionych w ziemi wypełniającej krater (datowania metodą radiowęglową nie ukończono, bo okazy zaginęły).

Uderzające ciało to meteoryt żelazo-niklowy (oktaedryt gruboziarnisty).



Gospodarz obiektu Bob Rice (z lewej) i prawnik Tom Rodman (z prawej)

Średnica głównego krateru wynosi około 530 stóp przy głębokości około 100 stóp. Wał wokół głównego krateru jest w większości nienaruszony. Ocenia się, że uderzające ciało ważyło od 70 do 300 ton i skutkiem uderzenia są jeszcze cztery inne, mniejsze kratery. Znalaziono, jak się ocenia, ponad 10 ton meteorytu Odessa.

Na początku lat czterdziestych wykopano szyb o głębokości ponad 165 stóp i przez blisko dziesięć lat zwiedzający mogli zejść na dno głównego krateru i zobaczyć różne warstwy po uderzeniu i wypełnieniu. Jest karygodne, że jakieś bezmyślne osoby spaliły drewniane schody i teraz zejść nie można. Być może w przyszłości rekonstrukcja znów umożliwi podziwianie tego efektownego widoku geologii.

Kierunki i godziny

Ośrodek dla zwiedzających znajduje się pięć mil na zachód od miasta Odessa w Teksasie przy międzystanowej autostradzie nr 20. Trzeba zjechać zjazdem 114 na Moss Avenue/Meteor Crater Road i przejechać dwie mile na południe, by dotrzeć do kraterów i ośrodka. Dla mających GPS współrzędne są: 31° 45,37' N i 102° 28,79' W. Można skorzystać także z mapy Odessa SW USGS, na której są zaznaczone kratery. Wstęp jest wolny, ale datki są mile widziane. Czynne od wtorku do soboty od 9:00 do 18:00, w niedzielę od 13:00 do 18:00, w poniedziałki nieczynne. Zapraszam na stronę <http://www.nwol.net/virtdomains/meteor-crater>.

Planując wizytę trzeba zabrać parasol przeciwsłoneczny, nieprzewiewną kurtkę, kapelusz z szerokim rondem, mnóstwo wody do picia i kamerę.

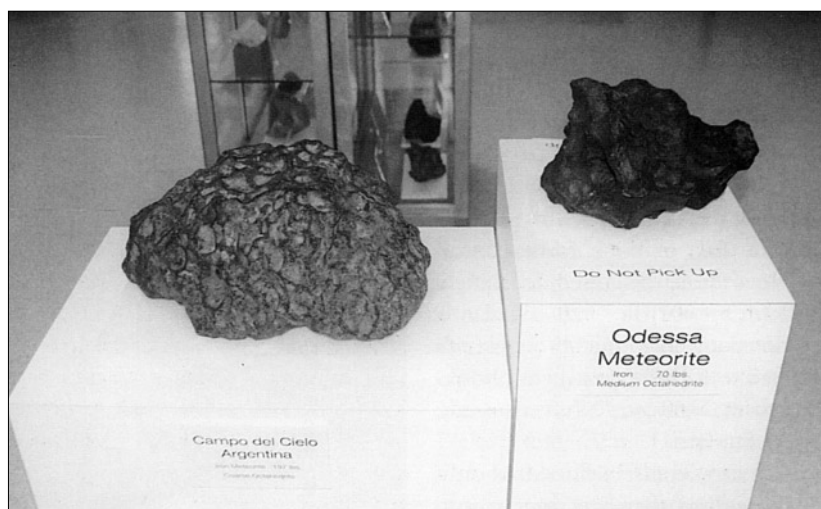
Nie należy schodzić ze ścieżek i zbierać kamieni i meteorytów; ewentualne śmieci zwiedzający powinni zabrać ze sobą. Trzeba zaplanować co najmniej dwie godziny, aby w pełni nacieszyć się ośrodkiem i kraterami. Należy uważać na grzechotniki; jeśli zauważy się jakiegoś, trzeba cofnąć się i powiedzieć o tym gospodarzowi.

Osobiste podziękowanie

Chciałbym podziękować panu Thomasowi Rodmanowi za jego uprzejmość i gościnność. Bez jego wizji Kraterów Odessa i ośrodka dla zwiedzających, nie byłoby tego dzisiaj. Chciałbym także podziękować panu Bobowi Rice za po-



Gabloty z meteorytami w ośrodku dla zwiedzających. Zdjęcia autora.



Duży Campo del Cielo z Argentyny obok 32 kg meteorytu Odessa.

moc, gdy zwiedzałem to miejsce. Chciałbym podziękować dobrym ludziom z hrabstwa Ector w Teksasie za sfinansowanie tego projektu.

numer 5, Baylor University, Vaco, Teksas, Maj 2000.

Norton Richard O. *Rocks from Space*, drugie wydanie, Mountain Press Publishing Company, Missoula, Montana, 1998.

Literatura

Evans Glen L. i Mear Charles E. "The Odessa Meteor Craters and Their Geological Implications" Okolicznościowa publikacja Muzeum Streckera,

Dirk Ross mieszka w Tokio, w Japonii. Jego zainteresowania badawcze obejmują kratery uderzeniowe, tektyty i meteoryty. Można się z nim skontaktować: drtanuki@tkc.att.ne.jp

Syberyjski bolid

Naukowcy z Irkucka przygotowali ekspedycję do miejsca spadku wielkiego meteorytu w tajdze, w basenie rzeki Witim, we wschodniej Syberii.

Siergiej Jazew z Instytutu Fizyki Słońca i Planet Syberyjskiego Oddziału Rosyjskiej Akademii Nauk mówi, że ekspedycja wyruszy w marcu, by zdążyć przed początkiem syberyjskiej wiosny (koniec kwietnia). Dla naukowców jest ważne, by zebrać próbki pyłu i ewentualne meteoryty ze śniegu, zanim zostaną zmyte przez wodę z topniejącego śniegu.

Naukowcy zamierzają korzystać ze śmigłowca i pojazdów śnieżnych, by znaleźć dokładne miejsce spadku meteorytu w obwodzie Botajbińskim i Mansk-Czujskim regionu Irkuckiego.

Według naukowców waga meteorytu Witim wynosiła 160 ton przed wejściem w atmosferę, z czego do Ziemi mogło dotrzeć tylko 60 ton. Przewyższa to rozmiary bolidu Sikhote-Alin, jednego z największych w XX wieku.

Rosyjska Agencja Informacyjna *Nowosti*, 9 marca 2003 r.

Recenzje

The Robert Haag Collection of Meteorites: Private Collection Edition, wydany przez Robert Haag Meteorites, Tucson, Arizona, 2003.

Trzynasta publikacja Roberta Haaga, pierwsza w formacie książkowym, jest epopeją o miłości pod płaszczykiem przewodnika do rozpoznawania meteorytów. Wydrukowana na dobrym papierze powinna trafić na półkę każdego kolekcjonera obok Niningera, Nortona, Grady i McSweena.

Okładka przyciąga wzrok zdjęciem Adamany, doskonale orientowanego chondrytu zwyczajnego. Tępy stożek, dla znawców, z lekko wygiętym, klasycznym greckim kształtem i elegancjami, wyraźnie widocznymi strużkami płynięcia, przypomina niebiańską pierś Afrodyty, bogini miłości i piękna.

Główny cel (inny) Roberta ukazuje się we wstępie. „Jeśli chodzi o rozpoznawanie meteorytów, zdjęcie jest warte tysiąca słów... i do tego celu to wydanie jest lepsze niż kiedykolwiek.”

Większość 128 stron wypełniają duże zdjęcia meteorytów o nazwach pozostających w pamięci (tylko cztery NWA), „zrobione w bezpośrednim świetle słonecznym, aby dać wyobrażenie, jak te okazy mogą wyglądać w terenie”. Skalę określają palce rąk i nóg zamiast centymetrowych sześcianików.

Spis treści nie zawiera niespodzianek; występują tam meteoryty, które prawdopodobnie można jeszcze znaleźć w terenie. Robert od dawna zachęca każdego do wyjścia na dwór po swoje szczęście.

Jest parę stron o tektytach, tabela powiększająca zasób skrótów, oraz zwięzły słowniczek terminów, które każdy kolekcjoner amator powinien znać.

Chociaż autor twierdzi, że to wydanie jest inne niż poprzednie (mniej anegdot, mniej pouczeń), na szczęście nie jest ich dużo mniej. I wobec bogatej zawartości nie ma powodu czepiać się kilku błędów.

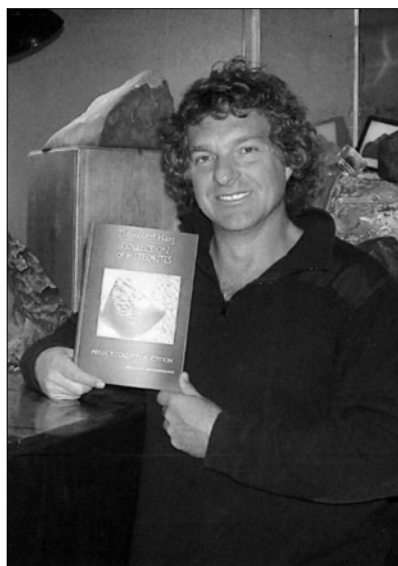
Pierwsza część prezentuje meteoryty żelazne. Nikt, kto obejrzy te wyraziste zdjęcia, nie powinien mieć potem kłopotu z odróżnieniem na pierwszy rzut oka oktaedrytu gruboziarnistego od drobnoziarnistego. Proces formowania się kryształów schreibersytu czy linii

Neumanna może nadal być zagadkowy, ale ich wygląd utrwali się w pamięci.

Są tu zwięzłe wyjaśnienia pochodzenia i widocznych różnic między grupami meteorytów. Zdjęciu każdego okazu towarzyszą odpowiednie utwory petrologiczne i historyczne notki.

Stanowiące pierwszorzędną album to wydanie personalizują rysunki, kopie listów i historycznych etykietek z muzeów oraz zdjęcia rodziny i przyjaciół.

Okazuje się, że autor miał „wyraźne sny” w nocy poprzedzającej znalezienie egipskiego howardytu Great Sand Sea 01, ważącego 302 g. Dowiadujemy się, że Michelle Knapp oglądała „Star Trek” w telewizji, gdy meteoryt Peekskill zdeformował tył jej Malibu. Jedyna wzmianka Roberta o spotkaniu meteorytu z psem dotyczy meksykańskiego meteorytu żelaznego IIAB Guadalupe y Calvo używanego jako psia miska.



Gdy czytelnik z zapalonym przewracając kartkę za kartką tej zdumiewająco pięknej galerii zdjęć meteorytów, opowieść płynie jak miła pogawędka drogiego przyjaciela.

Ale opowieść o miłości?

To, o czym mówię, opiera się na ciągłym schemacie widocznym z kilku pierwszych katalogów Roberta, które pożyczyłem. Przyjrzyjmy się tym wstępom do jego najwcześniejszych wydań:

„Meteoryty zawierają w sobie sekrety wszechświata. Z jak daleka przybyły; co mogą nam opowiedzieć.” — Vol II, 1982 — 1983.

„Możesz patrzeć na gwiazdy albo możesz trzymać jedną w ręku.” — Vol. IV, 1984.

Pytam się ciebie Meteorytowy człowieku, czy Meteorytowa Muzo?

I to zachwycające wyznanie...

„Hello! Jestem Robert A. Haag, Meteoryciarz. Kupuję, sprzedaję wymieniam, poszukuję i handluję meteorytami by zarobić na życie. Ten biznes prowadzi mnie po całym świecie i po całym Układzie Słonecznym. Kocham moją pracę. Pomysł znajdowania i badania czegoś, co kiedyś było gwiazdą lub planetoidą z nieznanymi i niezbadanymi regionów dalekiego kosmosu jest dla mnie pasjonujący. To wspaniała praca. Mogę być człowiekiem kosmosu tu na Ziemi i ty też możesz!” — z *Robert Haag Catalogue of Meteorites*, Vol. 10, 1989.

Inni zdają sobie sprawę z jego pasji.

„Haag jest beznadziejnie i nieuleczalnie pochłonięty przez te bryłki gruzu międzyplanetarnego. Podróżuje za nimi po całym świecie. Nosi jedną na palcu. W domu ma dla nich klimatyzowaną piwnicę. Marzy o nich. Nawet gra nimi na gitarze.” (lipiec 1993 r., *Sky and Telescope*).

Robert napisał mi, jaki wpływ na jego życie miał oryginalny „Meteoryciarz” Harvey Harlow Niningera.

„Pierwszy raz spotkałem H.H. przez jego książki. Przeczytałem je wszystkie.”

„Potem na konferencji Meteoritical Society odbywającej się w Albuquerque dwadzieścia parę lat temu on miał referat, a ja słuchałem. Gdy skończył, powiedziałem mu, jak mnie zainspirowała jego praca i jego słowa i że ja także będę ciężko pracować, uczyć się i odnajdywać meteoryty.”

„Jest to mój bohater. Tak to się zaczęło. Wciąż się tym zajmuję i mam mnóstwo pracy. Potrzebuję publikować i uczyć, jak robił to H.H. i jest to wspaniała praca.”

„Ale ja to kocham.”

Meteoryty pokazane w *The Robert Haag Collection of Meteorites — Private Collection Edition* nie mają podanych cen. Sama książka także jest bezcenna.

Tym ostatnim dokonaniem Robert Haag wciąż dotrzymuje obietnicy i dzieli się swą szczególną miłością z nami wszystkimi.

To jest całkowicie piękne, brachu.

Kevin Kichinka jest osiągalny pod: MARSROX@aol.com.



Dziewiętnasty polski meteoryt

Andrzej Kotowiecki

Przyszedłem na II Seminarium Meteorologiczne i Zjazd Polskiego Towarzystwa Meteorologicznego, który odbył się w Olsztynie w dniach 24-26.04.2003 r., referat pt. „Polskie zabytki wykonane z żelaza meteorologicznego”, nawet nie przypuszczałem, że czeka mnie wspaniała przygoda z wątkiem prywatnego śledztwa.

Analizując dostępną literaturę stwierdziłem, że w Polsce są tylko trzy takie zabytki. Dwie bransolety z okresu halszackiego odkryte w Częstochowie-Rakowie oraz siekierka również pochodząca z tego samego okresu, znaleziona w okolicach Przełęczy Dukielskiej w miejscowości Wietrzn-Bóbrka. Nie spodziewanie ustaliłem jednak, że zabytki te przed laty zaginęły. Nie ukrywam, że zdenerwowało mnie, iż dobra kultura narodowej i to o tak wyjątkowym znaczeniu [na świecie znanych jest tylko kilkanaście zabytków tej klasy], mogą pozostawać poza jakąkolwiek kontrolą.

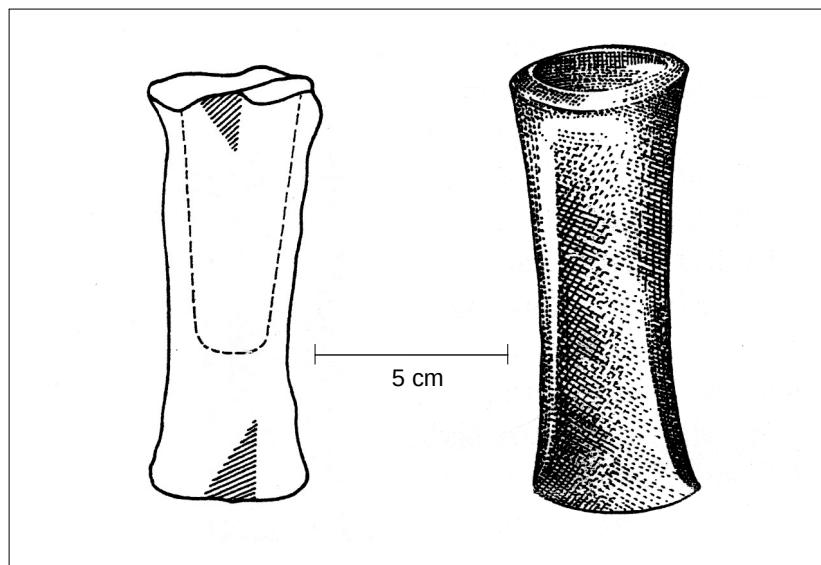
Postanowiłem przeprowadzić w tej sprawie prywatne śledztwo, przed podejmowaniem oficjalnych działań prawnych. Rozumiałem sytuację polskiego muzealnictwa z okresu PRL-u, gdzie różni „oficje” przyjeżdżając do muzeów wskazywali palcem co zapakować do bagażnika na różne wystawy, po czym zabytki bez jakiegokolwiek czasu ewidencji wędrowały do innych muzeów.

Wiedziałem, że czeka mnie trudne zadanie. Jednak po kilku tygodniach moje śledztwo przyniosło niespodziewane rezultaty. Ustaliłem, kto ostatni mógł mieć w rękach te zabytki i kto je badał. W rezultacie jedna z bransolet, a w zasadzie jej duży fragment [była cięta do badań] tj. bransoleta o nazwie Częstochowa-Raków I, odnalazła się w biurku jednego z krakowskich profesorów.

Otrzymał ją pocztą do przebadania ponad 25 lat temu i niestety musiał ją za moim pośrednictwem oddać Muzeum Częstochowskiemu. Druga bransoleta pocięta do badań ponad 30 lat temu odnalazła się w tymże Muzeum. Odnalazła się również siekierka z Wietrzn-Bóbrki. Miała być przechowywana na Wawelu, ewentualnie w Muzeum Archeologicznym w Krakowie, a odnalazłem ją w muzeum w Krośnie. Dyrektor tego muzeum nie wiedział, że posiadają tak wspaniałe zabytki.

Nowo odkrytym meteoritem jest siekierka pochodząca z Jezierzyc k/Dzierżoniowa. Jest to znalezisko luźne, datowane na okres halszacki D. Znalezisko zostało zbadać i opisane przez Prof. Jerzego Piaskowskiego.

Wg J. Piaskowskiego, jak wykazały badania gammagraficzne, siekierka została wykonana w całości z jednego kawałka metalu. Wycięta jednak próbka z ostrza wykazała strukturę warstwową. Jak wykazały późniejsze badania składu siekierki zawiera ona



Siekierka z Wietrzn-Bóbrki jak również bransolety z Częstochowy-Rakowa są wpisane na światową listę jako polskie meteority; te ostatnie jako Częstochowa-Raków I i Częstochowa-Raków II.

Dotychczas zostało zarejestrowanych 18 polskich meteoritów. Przy okazji tych poszukiwań dokonałem niespodziewanego odkrycia, a mianowicie odkryłem następny czyli dziewiętnasty Polski Meteoryt.

m.in.: Ni od 1,6 do 3,0 %, Co od 0,2 do 0,5 %, Si 0,177 % i P 0,56%. Po składzie i strukturze można śmiało powiedzieć, że siekierka ta została wykonana z jednego kawałka meteorytu typu oktaedryt i jest następnym polskim meteoritem. Wkrótce skompletowałem odpowiednią dokumentację i wypełniłem stosowny formularz, a następnie przesłałem do Muzeum Historii Naturalnej w Londynie. Po kilku dniach od Pani dr Sary Russell otrzymałem pozytywną wiadomość o wszczęciu procesu rejestracyjnego.

Ostatnio ustaliłem, że podane w literaturze przez Prof. Piaskowskiego miejsce znalezienia siekierki Jezierzyc k/Dzierżoniowa jest błędne. Ustaliłem na podstawie dokumentacji Muzeum Wrocławskiego, że siekierka została znaleziona w II poł. XIX w. w miejscowości Klein Jeseritz, Kres Strehlen – Jezierzyc Małe koło Strzelina.

WWW.POLANDMET.COM
POLSKIE LABORATORIUM METEORYTOWE

- Prowadzimy skup, wymianę i sprzedaż meteoritów.
- Oferujemy usługi w zakresie cięcia, polerowania oraz konserwacji meteoritów.
- Zapraszamy do zapoznania się z naszą ofertą meteoritów na naszej stronie internetowej.

Meteority na każdą kieszeń. Sprawdź NAS!

Bazalty ze zdyferencjonowanych globów

O. Richard Norton & Lawrence A. Chitwood¹

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 2. Copyright © 2003 Pallasite Press)

W tym artykule przyjrzymy się skałom ze zdyferencjonowanych globów okiem mikroskopu petrograficznego. W szczególności obejrzymy dwa bazalty ziemskie i porównamy je z bazaltami z planetoid i z Marsa. Księżycowym bazaltom przyjrzymy się w innym artykule. Na szczęście zasady jakie stosujemy do zrozumienia tworzenia się skał magmowych na Ziemi, działają tak samo dobrze na innych zdyferencjonowanych ciałach Układu Słonecznego. Przyjrzymy się najpierw Ziemi traktując ją jako standardową zdyferencjonowaną planetę.

ABC ziemskiego bazaltu

Bazalty są najbardziej pospolitymi skałami spotykanymi na powierzchni Ziemi. Tworzą one niemal wszystkie dna mórz i oceanów oraz znaczną część kontynentów. Bazalt jest twardą, ciemnoszarą do czarnej skałą wulkaniczną zawierającą 47-52% wagowo krzemionki (SiO_2). Z powodu niskiej zawartości krzemionki bazalt ma niską lepkość (tj. mały opór na płynięcie). Bazalt wyrzucany z wulkanu ma temperaturę między 1100 a 1250° C. Ta wysoka temperatura wraz z małą lepkością pozwalają lawie bazaltowej płynąć szybko i bez trudu na znaczne odległości.

Większość bazaltów jest wynikiem częściowego topienia skał znajdujących się w dolnej części skorupy lub w gór-

nym płaszczu Ziemi. Znajdujące się na znacznych głębokościach skały zwane perydotytami, do których należą dunit, lherzolit, harzburgit i inne, stanowią skały macierzyste, z których wytapiane są pochodne magmy, gdy perydotyty zostają wyniesione w wyższe partie płaszcza lub skorupy przez prądy konwekcyjne. Dzieje się tak dlatego, że dekompresja, jakiej ulegają, obniża punkt topnienia. Gdy około 10 do 20 procent perydotytu ulegnie stopieniu, ta stopiona frakcja bazaltowa, mając mniejszą gęstość, migruje powoli ku górze i gromadzi się w komorach. Tak więc bazaltowa magma jest produktem dyferencjacji perydotytu. Niektóre bazalty są wytwarzane w strefach subdukcji, gdzie woda oceaniczna jest transportowana w głąb działając jako topnik. Przy dodaniu tylko kilku procent wody punkt topnienia perydotytu obniża się nawet jeśli temperatura i ciśnienie niewiele się zmieniają.

Bazalty są bardziej gęstym, bogatym w metal, ubogim w krzemionkę, ciemno zabarwionym krańcowym członem szeregu skał wulkanicznych, do których należy andezyt, trachit, ryolit i wiele innych. Te skały mają szeroki zakres składu chemicznego, właściwości mechanicznych i pochodzenia. Na powierzchni Ziemi te bogate w krzemionkę magmy mogą wydostawać się wybuchowo z powodu gwałtownego uwalniania się pary wodnej i dwutlenku węgla. Takie erupcje wytwarzają produkty piroklastyczne (popiół, pumeks lub żużel), które mogą być wyrzucane na wiele kilometrów w górę. Inne erupcje przebiegają łagodnie, bez fanfar, wytwarzając pokrywy lawowe, albo jeśli grube i ciastowate, kopuły lawowe. Erupcje bazaltowe wytwarzają pokrywy lawowe.

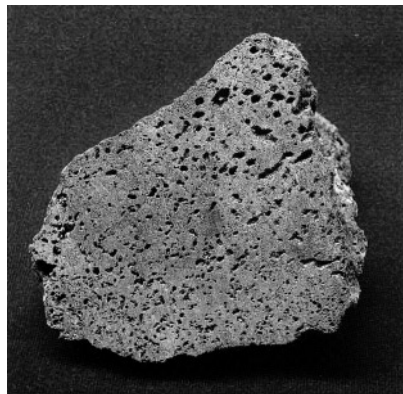
Wszystkie te produkty wulkaniczne stygną i krzepną w masę o różnych proporcjach kryształów i szkliwa. Większość popiołu wulkanicznego stygnie szybko i krzepnie jako szkliwo. Jednak

wnętrze potoku lawy stygnie znacznie wolniej dając czas na wzrost kryształów. Nawet jeśli ta lawa stygnie tygodnie lub miesiące, niewielka ilość magmy nigdy nie wykryształizuje lecz przeobrazi się w szkliwo. Po utworzeniu się większości kryształów pozostała magma staje się wzbogacona w krzemionkę. Tworzenie się nowych kryształów spowalnia się i zatrzymuje, a pozostała część stopu krzepnie stając się szkliwem.

Bazalty ziemskie a planetoidalne

Fot. 1(a)² pokazuje wnętrze ziemskiego bazaltu z wulkanu Newberry w środkowym Oregonie. Porównujemy go z płytką wyjątkowego, niezbrekcjonowanego, planetoidalnego eukrytu Ibitira [1(b)]. Zauważmy, że bazalt z Newberry jest ciemniejszy niż Ibitira. Ziemskie bazalty z nielicznymi wyjątkami nie mają metalicznego żelaza (zawierający metal bazalt z płaskowyżu Putorana na Syberii jest godnym uwagi wyjątkiem), ale wszystkie one zawierają około jednego procenta czarnego, nieprzezroczystego, mikrokrystalicznego magnetytu, zwykle uwięzionego w szkliwie, który skutecznie nadaje skale ciemne zabarwienie. Poza tym występują ciemne minerały żelaza takie jak klinopiroksen augit i mamy w rezultacie ciemną skałę. Niektóre eukryty zawierają akcesoryczne ilości metalicznego żelaza, które często nadają przekrojom rdzawe zabarwienie.

Zauważmy, że oba okazy zawierają liczne pęcherzyki. Ibitira jest jedynym znanym eukrytem mającym taką teksturę. Pęcherzyki zajmują 5-7% skały. Tekstura pęcherzykowa powstaje, gdy magma zawierająca rozpuszczone lotne składniki pod ciśnieniem (przeważnie woda i dwutlenek węgla) uwalnia gazy podczas erupcji, gdy ciśnienie się obniża. Gazy oddzielają się od magmy



Fot. 1(a). Bazalt z wulkanu Newberry w środkowym Oregonie. Maksymalny poziomy wymiar okazu jest 77 mm.

¹ Geolog, Deschutes National Forest, środkowy Oregon.

² Wszystkie zdjęcia autorów.

i, gdy lava krzepnie, tworzą kuliste i nieregularne pustki. Na ciałach zbyt małych, by utrzymać atmosferę, lotne składniki łatwo uciekają w kosmos. Tak więc planetoidy, które mogą wytwarzać bazalty, nie mają dość składników lotnych, by powstawały pęcherzyki. Ibitira jest rzadkim wyjątkiem.

Petrografia bazaltów

Fot. 2 przedstawia płytki cienkie ziemskiego bazaltu Newberry [2(a)] i bazaltu z płaskowyżu Putorana na Syberii [2(b)]. W tych bazaltach jest dużo białych i szarych, wysmukłych kryształów plagioklazu. Niemal wszystkie są zbliżniaczone; to znaczy składają się z dwóch lub więcej przylegających do siebie lamel połączonych według płaszczyzn zbliżniaczeń (bliźniaki albitu). Wzrostem plagioklazu rządzi co najmniej 15 „praw zbliżniaczeń”. W bazaltach i w tych płytkach cienkich dominuje prawo zbliżniaczeń albitu. Ponieważ plagioklaz składa się z różnych proporcji wapnia i sodu, można wyznaczyć tę ważną proporcję. Z definicji plagioklaz w bazalcie musi zawierać więcej niż 50% anortytu (plagioklazu wapniowego). Jednym ze sposobów wyznaczenia zawartości anortytu jest wykorzystanie bliźniaków albitu w płytce cienkiej. W przypadku właściwie zorientowanego kryształu przy obracaniu stolika mikroskopu jest wygaszana najpierw jedna strona bliźniaka, a potem druga. Kąt obrotu między tymi pozycjami wygaszania odpowiada określonej stosunkowi wapnia do sodu. Przy pomocy tej metody w tej płytce cienkiej stwierdzono, że zawartość anortytu wynosi około 65%.

W całej płytce widać barwne minerały o wysokiej dwójłomności, prawdopodobnie klinopiroksen augit. Zauważmy, że wiele listewek plagioklazu grupuje się wokół i wewnątrz piroksenu. Taką strukturę nazywa się ofitową. Spotykana jest ona w wielu skałach magmowych i w meteorytach eukrytach, w których listewki plagioklazu są częściowo lub całkowicie włączone w augit. Oba kryształy musiały rosnąć jednocześnie.

Bazalt z Putorany [2(b)] ma podobny sposób ułożenia kryształów plagioklazu w przestrzeni. Są to glomeryary kryształów lub gromady kryształów plagioklazu. Duże kryształy o nieregularnych kształtach i wysokich barwach interferencyjnych to oliwin. Widoczne są w nich typowe spękania i pewna zo-

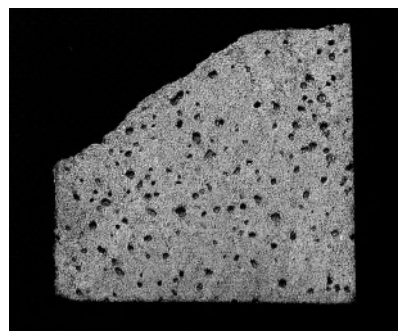
nalność. Współczynnik załamania kryształów oliwinu w bazaltach wynosi od 0,35 do 0,50. Oznacza to, że w płytce cienkiej są widoczne barwy do trzeciego rzędu i wyższe (zob. skalę barw interferencyjnych: „Meteoryt” 1/2003).

Ciekawe, że w Newberry występują przerosty plagioklazu z augitem, ale nie spotyka się plagioklazu w oliwinie. Najwidoczniej oliwin w Putoranie krystalizował wcześniej od plagioklazu.

Podobnie jak plagioklasy oliwiny tworzą ciągły szereg izomorficzny kryształów mieszanych. To znaczy kryształ oliwinu składa się z różnych proporcji magnezu i żelaza. W ziemskich bazaltach zawartość forsterytu (skrajnego, magnezowego człon szeregu oliwinów) mieści się zwykle w przedziale 40-85%. W przeciwieństwie do tego oliwin występujący w meteorytach zawiera 70-85% forsterytu. Oznacza to, że w ziemskich bazaltach jest więcej oliwinu żelazowego niż w meteorytach.

W bazalcie Newberry pęcherzyki widać w płytce cienkiej jako czarne, nieregularne pustki przerywające krystaliczną strukturę. W Putoranie nie ma pęcherzyków. Duże, czarne, nieregularne obszary, to metaliczne żelazo.

W eukrycie Ibitira [Fot. 3(a)] pęcherzyki są wyraźnie kuliste lub prawie kuliste, uwydatniane przez ułożenie minerałów. Wnętrze wygląda na zrekrytalizowane, być może wskutek metamorfizmu szokowego. Ziarna pigeonitu i augitu o strukturze hornfelsowej są rozproszone przypadkowo w całej skale. Struktura hornfelsowa jest często związana z metamorfizmem. Kanciaste kryształy jednorodnie układają się między pustkami pogazowymi i wydaje się, że istnieje koncentryczna symetria wokół pustek aż do kilku warstw. Plagioklaz ma kształt długich, zaokrąglonych, białych igieł zbliżniaczonych lub nie. Liczne ziarna o wysokim współczynniku załamania światła są pocięte wieloma równoległymi liniami [Fot. 3(b)]. Są to lamelki odmieszania. Jak to mogło być, że jednorodny roztwór stały pigeonitu został przekształcony w dwie odrębne fazy mineralne bez oddawania lub pobierania czegoś z systemu. W tym przypadku pigeonit został „niewymieszany”, by wytworzyć przerosty augitu w pigeonicie. Te przerosty widoczne są jako rów-



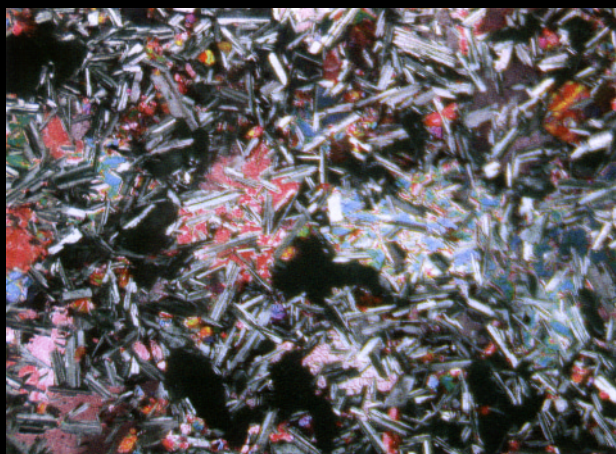
Fot. 1(b). Płytkę unikalnego, niebrekcjonowanego, pęcherzykowego bazaltu, eukrytu Ibitira. Poziomy wymiar płytki 27 mm.

noległe lamelki na przemian pigeonitu i augitu. Niewymieszanie zwykle występuje podczas powolnego stygnięcia lawy wyrzuconej z wulkanu.

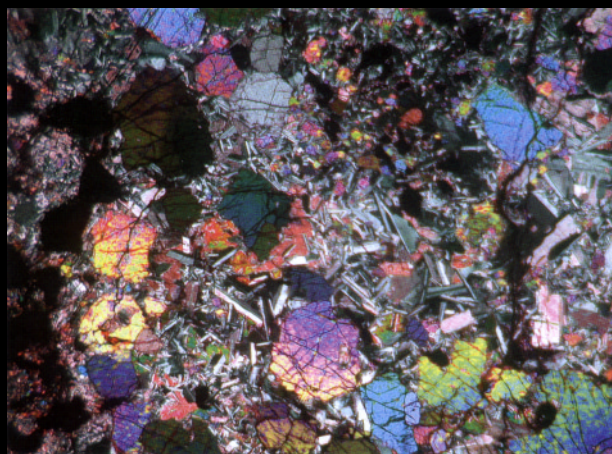
Marsjańskie bazalty

Marsjańskie bazalty składają się z plagioklazu, pigeonitu i augitu. W tych klinopiroksenach często widać silną zonalność chemiczną. Są one bogate w magnez w środku i mają bogate w żelazo obwódki. Widać to wyraźnie przy skrzyżowanych polaroidach jako zmianę barwy w ziarnie. Plagioklasy są bardziej podobne do tych w ziemskich bazaltach w tym sensie, że zawierają więcej sodu niż bazalty planetoidalne. Nie występuje oliwin. Widoczne jest szklivo diaplektyczne z szokowo stopionego plagioklazu. Fot. 4 przedstawia kumulatowy shergottyt Zagami z długimi ostrzami prosto zbliżniaczonych augitu otoczonymi przez ostrza izotropowego szkliva o składzie plagioklazu. To szklivo, czarne przy skrzyżowanych polaroidach, to maskelinit wytworzony pod ciśnieniem szokowym 30 GPa lub większym.

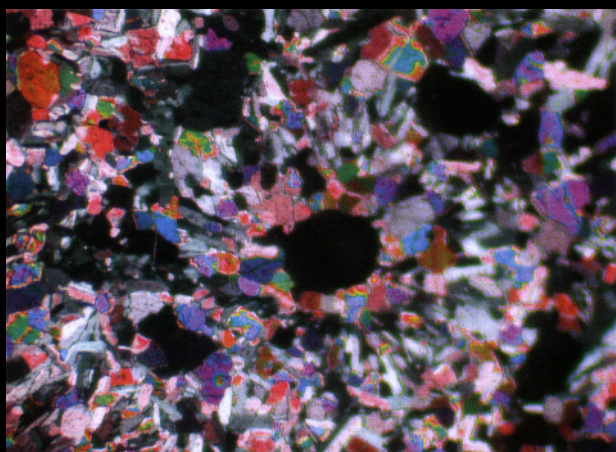
Inne bazaltowe shergottyty są dość odmienne. Są to bazaltowe shergottyty oliwinofirowe. Są one bardziej drobnoziarniste od shergottytów takich jak Zagami. Zawierają drobnoziarniste ciasto skalne z ortopiroksenu i pigeonitu z listewkami plagioklazu i interstycjalnym szklivem skaleniovym. Nieprzezroczyste ziarna rozproszone w skale to chromit. Oliwin, stosunkowo rzadki w shergottytach, w tych skałach występuje dość obficie. Określenie -firowy oznacza po prostu porfirowy, co odnosi się do dużych fenokryształów oliwinu; jest to porfirowy bazalt oliwinowy. Fot. 5 przedstawia płytkę cienką Dar al Gani 476. Duże, barwne ziarna oliwinu sugerują, że jest to skała z głębokich warstw płaszcza, podobnie jak to się dzieje na Ziemi.



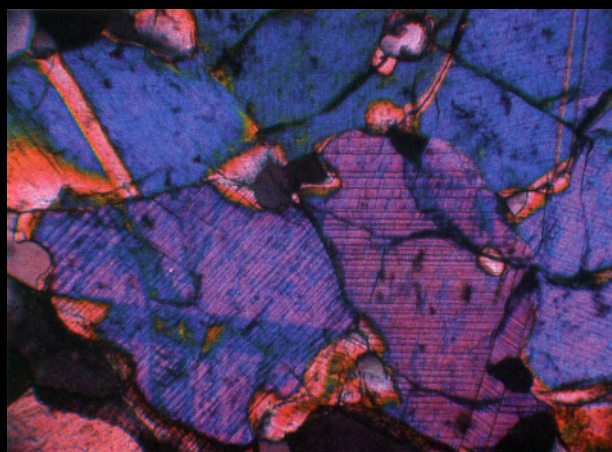
Fot. 2(a). Płytką cienką przy skrzyżowanych polaroidach bazaltu Newberry ze środkowego Oregonu. Jasno zabarwione ziarna, to augit i pigeonit, a jasnoszare listewki, to prosto zbliźniaczony plagioklaz wapniowy. Duże, ciemne łatki, to pęcherzyki gazu. Nieprzezroczyste, czarne, mniejsze ziarna, to magnetyt, najlepiej widoczny przy równoległych polaroidach na tle piroksenów. Poziomy wymiar 2 mm.



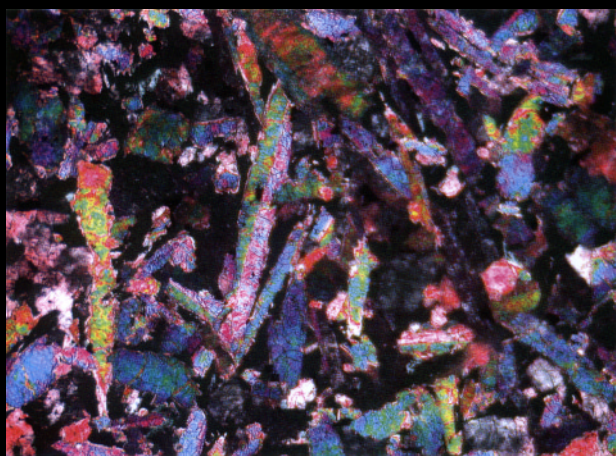
Fot. 2(b). Płytką cienką przy skrzyżowanych polaroidach bazaltu z płaskowyżu Putorana. Zgrupowania cienkich listewek plagioklazu rozmieszczone są w cieście skalnym jako glomerokryształy. Duże, spękanе oliwiny mają jasne barwy interferencyjne; niektóre mają zonalność chemiczną. Czarne obszary z lewej, to bryłki metalicznego żelaza nikłonośnego. Poziomy wymiar 2 mm.



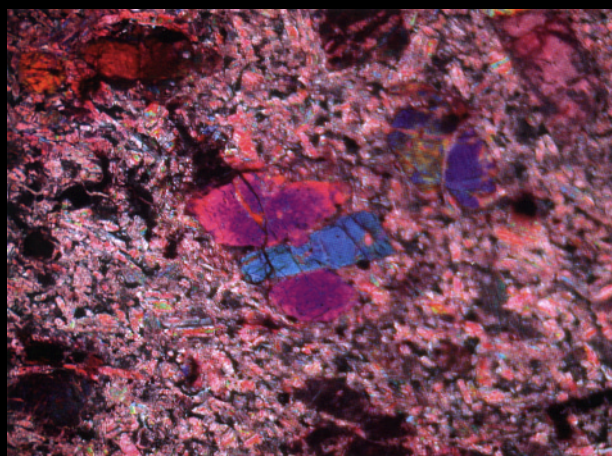
Fot. 3(a). Widok płytki cienkiej eukrytu Ibitira przy skrzyżowanych polaroidach z kulistym pęcherzykiem w środku. Jednakowe ziarna klinopiroksenu są ułożone koncentrycznie wokół pęcherzyka. Szare i białe listewki plagioklazu są rozproszone w koncentrycznych warstwach. Poziomy wymiar 2 mm.



Fot. 3(b). Duże powiększenie ukazuje jednakowe ziarna w eukrycie Ibitira widziane przy skrzyżowanych polaroidach. W ziarnach widać wyraźne lamelki odmieszania. Równoległe lamelki to na przemian pigeonit i augit. Poziomy wymiar 0,2 mm.



Fot. 4. Płytką cienką marsjańskiego shergottytu Zagami widziana przy skrzyżowanych polaroidach. Jasno zabarwione listewki augitu ukazują proste zbliźniaczenia i preferowaną orientację. Ciemne pola między ziarnami augitu, to izotropowe szkliwo maskelynit wytworzone przez przeobrażenie plagioklazu w stanie stałym spowodowane metamorfizmem szokowym. Poziomy wymiar 2 mm.



Fot. 5. Płytką cienką marsjańskiego, bazaltowego shergottytu oliwinofirowego Dar al Gani 476, przy skrzyżowanych polaroidach. Ciasto skalne to głównie pigeonit i podrzędnie augit z interstycjalnym szklivem skaleniovym. Duże ziarna, to oliwin o barwach trzeciego rzędu. Granice między oliwinem a piroksenem z ciasta skalnego są niewyraźne, co sugeruje ziemskie wietrzenie.