

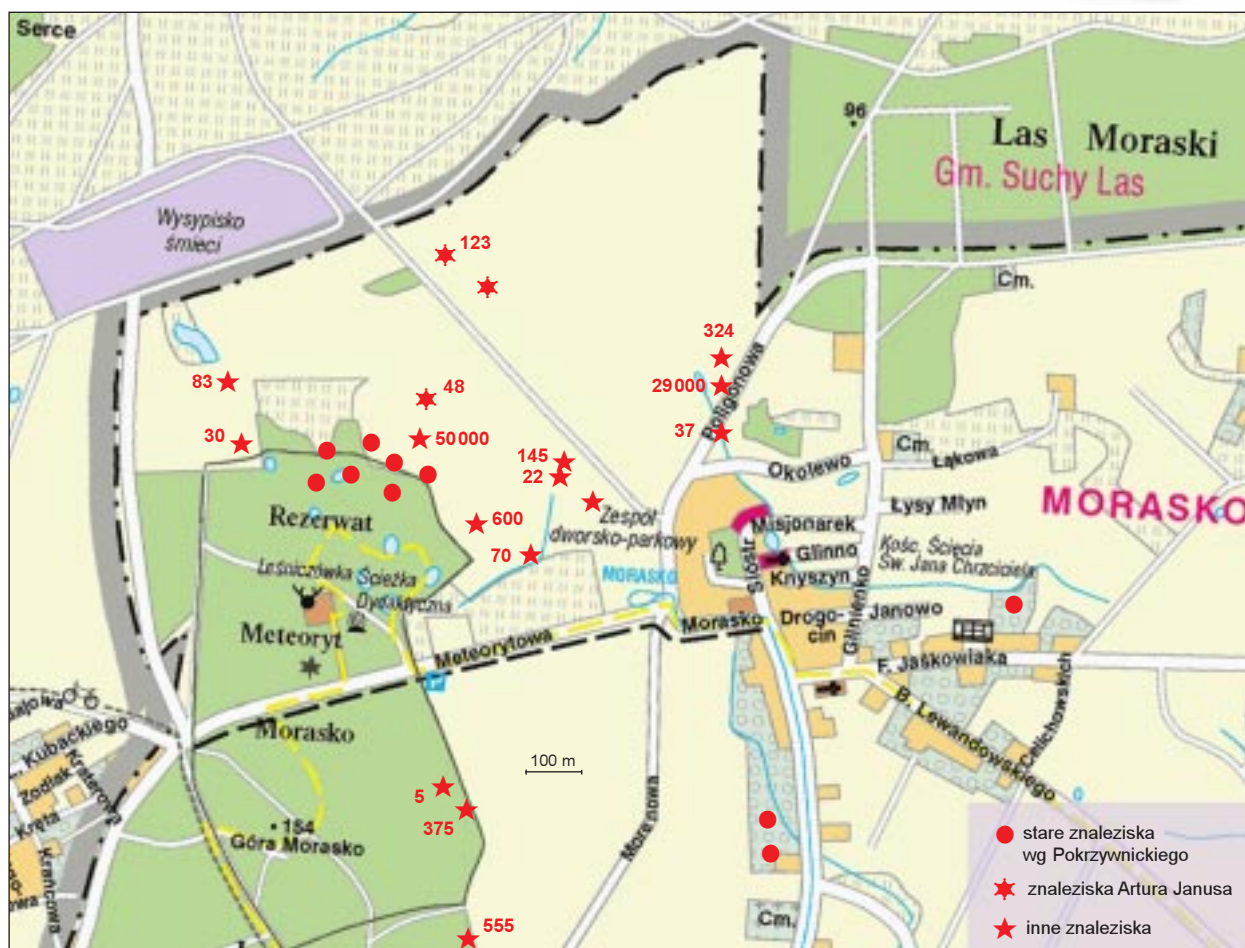
METEORYT

Nr 4 (48) Grudzień 2003

ISSN 1642-588X

W numerze:

- meteorytowe wieści z Moraska i z Moskwy
- skąd jest Toluca?
- Wold Cottage
- azjatyckie tektyty
- organiczny Tagish Lake
- cyfrowa rekonstrukcja historii Imilaca



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. (0-55) 243-7218 w. 23

e-mail: aspmet@wp.pl

Biuletyn wydawany jest kwartalnie i dostępny głównie w prenumeracie. Roczna prenumerata wynosi w 2004 roku 32 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 i podając czytelny adres.

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

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



Subscribe to METEORITE

Pallasite Press
P.O. Box 33-1218
Takapuna, Auckland
NEW ZEALAND
4 issues per year \$US30
(2nd class airmail)
VISA & MasterCard accepted
www.meteor.co.nz

Od redaktora:

Piszę te słowa w Sylwestra, co oznacza, że opóźnienie tego numeru przekroczyło już granice przyzwoitości. Istotną przyczyną jest opóźnienie „Meteorite”, którego egzemplarz dotarł do mnie dopiero pod koniec listopada. Mając świadomość, że w tej sytuacji nie ma szans, by wydać numer przed Świętami, zająłem się pilniejszymi sprawami, odkładając „Meteoryt” na później, za co mogę Czytelników tylko przeprosić.

Próba zrobienia numeru poświęconego w dużym stopniu Morasku niezbyt się udała. Znalazca dużego okazu wspomnianego w poprzednim numerze nie dał się namówić na relację i mamy jedynie szczegółowy opis małego fragmentu tego znaleziska, przekazanego do zbadania dr Siemiątkowskiemu. Niemniej trochę o Morasku napisano i mam nadzieję, że zachęci to do publikowania dalszych materiałów na temat tego wciąż nie przebadanego deszczu meteorytów.

Joel Schiff, twórca i redaktor „Meteorite” zapowiada, że z okazji rozpoczęcia dziesiątego roku wydawania tego kwartalnika następny numer będzie szczególny. Na początek nieco podniósł cenę prenumeraty. Nasz wydawca nie zamierza być gorszy i także podnosi cenę. Uzasadnieniem jest zwiększenie liczby kolorowych stron i chęć zmniejszenia dopłat do tego przedsięwzięcia. Koszt samego druku będzie praktycznie pokrywany wpływami z prenumeraty, natomiast wysyłkę funduje Olsztyńskie Planetarium.

„Meteoryt” rozpoczyna trzynasty (puk, puk) rok istnienia. Zmęczenie redakcji jest już tak duże, że nie wiem, jak to przeżyjemy, tym bardziej, że wypadaloby jakoś uczcić wydanie 50 numeru, co nas czeka już za pół roku. Pomysły dotyczące zawartości tego jubileuszowego numeru mile widziane, a chętni do realizacji tych pomysłów jeszcze milej.

Ela i Grzegorz Pacerowie zapraszają już teraz na kolejny piknik meteorytowy w Rudniku Wlk. w końcu czerwca lub na początku lipca 2004 r. Mam nadzieję, że w następnym numerze ten termin zostanie uściślony tak, aby można było planować wolne na ten okres. Tymczasem możemy sugerować kierunek uściślenia. Ja głosuję za początkiem lipca.

Redaktor „Meteorite” odpowiedział, że badacze z Laboratorium Meteorityki Rosyjskiej Akademii Nauk w zasadzie postawili kropkę nad „i” jeśli chodzi o rzekomy pallasyt Shirokovsky. Zajrzałem na wskazaną stronę i przy okazji znalazłem trochę innych, ciekawych informacji, którymi dzielę się na dalszych stronach. Ładny komentarz do afery z Shirokovsky’em mamy niżej. Morał: nie należy handlować meteorytami, zanim nie zostaną sklasyfikowane.

Andrzej S. Pilski

Meteormania



ZWROTY „PALLASYTU” SHIROKOVSKY

SPRZEDAŻ „TAJEMNICZEGO KAMIENIA” SHIROKOVSKY

METEORYTOWE WIEŚCI Z MORASKA

Jak szukałem meteorytów Morasko

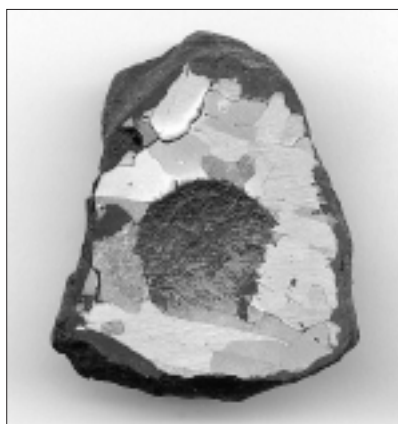
Artur Janus

Od dawna marzyłem, aby udać się na poszukiwania meteorytu Morasko. Kiedy więc Robert Mularczyk, członek Polskiego Towarzystwa Meteorytowego, zaproponował mi wspólne poszukiwania na tym terenie, nie wahalem się ani przez chwilę.

Zaplanowaliśmy trzydniowy pobyt od piątku 05.09.2003 do niedzieli 07.09.2003. Po siedmiu godzinach jazdy samochodem, znaleźliśmy się w elipsie rozrzutu meteorytu Morasko. Po rozeznaniu się w terenie oraz rozłożeniu sprzętu z wielkim animuszem ruszyliśmy w teren. W piątkowych poszukiwaniach uczestniczyli z nami dwaj miłośnicy meteorytów ze Szczecina. Mimo dużego upału warunki poszukiwań były dobre. Przeszkadzała jedynie wysoka trawa, utrudniająca posługiwanie się wykrywaczem. Muszę przyznać, że korzystanie z wykrywacza na tym terenie nie należy do przyjemnych. Wykrywacz co chwilę piszczy, sygnalizując obecność najczęściej wyrobów pozostawionych przez ludzi. Dodatkowo ilość nie zakopanych dołów i to czasami bardzo głębokich jest naprawdę duża. Podczas poszukiwań korzystałem z detektora metali polskiej firmy MI-RAKL. Niewątpliwie najważniejszą rzeczą oprócz wykrywacza jest odpowiedni sprzęt do kopania. W moim przypadku był to zwykły szpadel. Choć jest ciężki, to podczas kopania sprawdza się bardzo dobrze. Nie polecam saperek, które nie są zbyt trwałe.

Przyznam, że po przybyciu na miejsce nie sądziłem, że można tam jeszcze coś znaleźć. Cały obszar wyglądał jak po bombardowaniu, a niezliczona ilość dziur niebicie świadczy, jak dobrze jest przeszukany. Moje obawy zostały jednak ostatecznie rozwiane po godzinie bardzo intensywnego szukania. Wtedy to udało mi się wydobyć z ziemi pierwszy okaz meteorytu Morasko o wadze 123 g. Wykrywacz wydał bardzo głośny dźwięk. Z zapalem zacząłem kopać i po chwili wyciągnąłem z głębokości około dwudziestu pięciu centymetrów kawałek zardzewiałego i pokrytego grubą warstwą zwietrzeli-

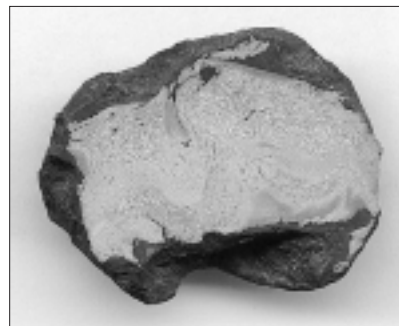
ny żelaza. Bylem zdziwiony, że nie został znaleziony przez kogoś innego, gdyż znajdował się w odległości około metra, od wykopanego wcześniej dołu. Jeszcze nie ochłonałem z wrażenia, kiedy następne dwie godziny poszukiwań przyniosły efekt w postaci małego okazu o wadze 40 g. Znajdował się na tym samym obszarze co pierwszy, na głębokości około dwudziestu centymetrów. Pokryty był grubą warstwą rdzy, której udało mi się pozbyć obtłukając go za pomocą małego młotka. Do końca piątkowego dnia nie udało nam się już nic interesującego znaleźć.



Pierwsze znalezisko po zeszlifowaniu powierzchni i wytrawieniu.

Sobota przywitała nas piękną, słoneczną pogodą. O godzinie 7.00 rozpoczęliśmy poszukiwania, niestety już tylko we dwóch. Początkowo szukaliśmy w zupełnie innym rejonie, jednak nie odnosząc żadnych sukcesów postanowiliśmy wrócić do miejsca, gdzie byliśmy w piątek. Tym razem aż do późnego popołudnia nie udało się znaleźć nic, co by przypominało meteoryt. Po kilku godzinach spędzonych w ogromnym upale wreszcie wykrywacz wydał sygnał, z którym wiązałem spore nadzieje. Miejsce świetnie nadawało się do kopania, ponieważ była tam gruba warstwa piasku. Z głębokości około trzydziestu centymetrów wyciągnąłem kawałek żelaza o wadze 49 g pokryty rdzą. Początkowo miałem spore wątpliwości, czy jest to meteoryt. Jednak po usunięciu rdzy, żelazo wydawało się na tyle interesujące, że zabrałem je ze sobą. I tak kolejny ciężki dzień dobiegł końca, a nam pozostało jeszcze kilka godzin niedzieli, aby coś znaleźć. Od samego rana, już nieco zmęczeni, postanawiamy przeszukać teren

przylegający bezpośrednio do rezerwatu. Niestety ostatnie godziny okazały się zupełnie bezowocne. Na koniec zwiedziliśmy jeszcze krater i zrobiliśmy pamiątkowe zdjęcia.



Przekrój drugiego znaleziska po wytrawieniu. Niestety to tylko żeliwo.

Weryfikacji moich znalezisk dokonał pan Andrzej S. Piłski, za co bardzo dziękuję. Pierwszy znaleziony okaz po zeszlifowaniu i wytrawieniu waży 107,8 g. Widoczne są nieregularne figury Widmanstättena, wyraźne linie Neumanna oraz wrostki schreibersytu i rhabdytu. Na drugim okazie pojawiła się po wytrawieniu dziwna struktura, którą prof. Łukasz Karwowski uznał, ku mojemu rozczarowaniu, za typową dla żeliwa. Stwierdził też brak niklu. Ostatni okaz waży 47,5 g, a na jego powierzchni widać ładne wrostki zdeformowanego coehnitu, co świadczy o rozbiciu meteorytu przy zderzeniu z ziemią. Figury Widmanstättena także zostały zdeformowane, ale co ciekawe, w małych fragmentach zachowały się linie Neumanna.



Trzeci znaleziony okaz, ma po wytrawieniu wygląd klasycznego odłamka z krateru, podobnie jak w przypadku meteorytów Henbury.

Tak więc znalazłem tylko dwa meteoryty. Mam nadzieję, że wiosną będę miał okazję powrócić do Moraska i znaleźć ich więcej.

Zdjęcia: J. Drażkowski

Kiedy spadł meteoryt Morasko

Krzysztof Socha

„W dniu 12 listopada 1914 r. podczas budowy umocnień wojskowych w Morasku na pograniczu pól ornych i lasu (od strony północnej), kierujący tymi pracami sierżant dr Cobliner wydobył z głębokości około pół metra meteoryt żelazny, który ... ważył 77,5 kg. ... Był kształtu podługowatego, pokryty otoczką opalenizny i piezogliptami, oraz rdzą.”(1)

„Okolo roku 1936 przyniósł mi uczeń ... ciężki, dziwny kamień, który został znaleziony w lasach obornickich. ... Kamień ten o postaci wrzecionowatej, tępej, długości ok. 25 cm ... szerokości 12-14 cm, wysokości nieco mniejszej, pokryty szaro-czarnobrazową glazurą ocenilem jako meteoryt”. (2)

Obecnie przyjmuje się że meteoryt Morasko spadł około 5000 lat wstecz, głównie na podstawie badań palinologicznych osadów organicznych (pobranych z dna dwóch kraterów) przeprowadzonych przez pana Kazimierza Tobolskiego z Uniwersytetu A. Mickiewicza w Poznaniu, choć uczony nie wykluczał możliwości późniejszego początku tworzenia się osadów. (3)

Jest rok 1995, znajduję 29 kg okaz (fragment do obejrzenia w Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach) otoczony warstwą 2-5 cm twardego limonitu, co mnie trochę zaskoczyło. Z relacji mieszkańców Moraska, którzy mieli szczęście znaleźć, lub widzieć okazy meteorytów wydobyte przed wojną, wynikało, że były one zewnętrznie w miarę dobrze zachowane. Owszem, solidnie zardzewiały, były oblepione ziemią, ale w dalszym ciągu w relacjach odbijają się echa skorupki obtopieniowej, regmagliptów. Nurtowało mnie pytanie, co zaszło w ciągu niespełna wieku, jaki proces jest odpowiedzialny za tak radykalną zmianę w wyglądzie. We wprost rewelacyjnym stanie przeleżały kilka tysięcy lat, by po kilkudziesięciu zacząć się nawet rozpadać. W trakcie ośmiu lat poszukiwań znalazłem dziewięć okazów po kilkadziesiąt gram, w których proces destrukcji był tak zaawansowany, że rozpadały się w trakcie wydobywania, a najpóźniej po kilku tygodniach. Jedynym, jak z początku mniemałem, katalizatorem tak szybkich niekorzystnych zmian

mogło być zanieczyszczenie środowiska, miałem jednakże pewne wątpliwości, gleba jest chyba stosunkowo dobrym izolatorem przed takimi wpływami, ale nie mając innej alternatywy, przyjąłem tą wersję.

Zupełną konsternację wywołało znalezienie okazu (obecnie eksponowany na Wydziale Geologii UW), pod którym była warstwa humusu. Głębokość, otoczenie (piach), struktura, rozmieszczenie, wykluczają, by na przykład tę warstwę wepchnął tam kret, lub wytworzył obumarły korzeń jakiegoś dawnego drzewa. Wydaje się niemożliwe, by tak niewielka powierzchnia była w stanie uchronić przed wymyciem humusu przez kilka tysięcy lat, tym bardziej, że jak wskazują badania, klimat był bardziej wilgotny. Nie spotkałem w literaturze podobnego przypadku, więc subiektywnie założyłem spadek na kilkaset lat wstecz, co z kolei zrodziło inny problem - brak jakichkolwiek doniesień o tak spektakularnym zdarzeniu. Pomyślałem więc o możliwości spadku w trakcie, lub tuż po bitwie, burzy, dzięki czemu zjawisko mogło zostać niezauważone. Mankamentem pomysłu jest krótkotrwałość zdarzenia i wymóg korelacji czasowej ze spadkiem, co jest mało prawdopodobne. Druga ewentualność to przepędzenie ludności, ale czegoś takiego nie znalazłem.

Najciemniej, jak zwykle bywa, jest pod latarnią; na zrujnowanym kościele w nieistniejących Chojnicach jest m.in. taka informacja.

„W roku 1898 Gustaw von Treuskow sprzedał Chojnice z przeznaczeniem na polygon szkoleniowy armii pruskiej...”

Chojnice były oddalone od Moraska w linii prostej o kilka kilometrów. Każdy kto był w pobliżu tego polygonu, (znacznie obecnie powiększonego) lub każdego innego, wie, że mieszkańcy nie zwracają już żadnej uwagi na huk, czy nocną iluminację, wprost przeciwnie, gdy kilka dni trwa cisza, zaczyna im czegoś brakować. Tak oto mamy szokującą datę spadku, zawartą między latami 1898-1914, nieprawdopodobne, niemożliwe, mam nadzieję, iż tę kwestię rozstrzygną m.in. badania C14 zebranego humusu, ale póki co, wyliczę argumenty za starą i nową datą spadku.

1. Datowanie spadku na podstawie badań palinologicznych, autor tychże nie zajmuje jednoznacznego stanowiska.

(3) W okolicy jest dużo podobnych struktur, czy przeprowadzono badania porównawcze? I co z obiektami do dziś suchymi?

2. Badania geomorfologiczne kraterów też są niejednoznaczne (4); znam, jak już wspomniałem, kilka bardzo podobnych struktur z wałami, tylko nie znalazłem wokół nich meteorytów.

3. Pomiary geometryczne (5), największy obiekt ma cechy krateru, natomiast z pozostałymi jest kłopot. Obiekty nr 2, 3, 6 mają północne stoki wyższe niż południowe, i doprawdy trzeba mieć sporo dobrej woli, by widzieć wokół nich wały. Obiekty 4 i 5 są bez wyróżnionej strony, nr 7 ze względu na usytuowanie obok jaru jest trudny do określenia (6). Warto może nadmienić że u różnych autorów numeracja „kraterów” jest różna, co trochę dziwi i przeszkadza, choć można to ignorować. Zdarza się że i rozmieszczenie tychże bywa znacząco różne. Na zakończenie tego punktu chcę podkreślić, że nigdy nikomu nie mówiłem, jakoby odkrył jakiś krater w Morasku.

4. Zakładając spadek na przełomie wieków otrzymujemy wyjaśnienie zalegania humusu pod okazem.

5. Nie ma eksplozji destrukcji w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat, jest dynamiczna erozja zapewne ze względu na niejednorodność okazów.

6. Powstanie polygonu wyjaśnia brak relacji o spadku.

7. Zapewne sensownie byłoby zrobić dokładną niwelację terenu „kraterów”, a dane wykorzystać w symulacji wyglądu „obszaru spadku” przed jego wystąpieniem.

Najslabszym punktem tej hipotezy jest meteoryt Przelazy identyfikowany jako Morasko. Problem można rozwiązać na dwa sposoby: zdarzenie maskujące spadek Morasko-Przelazy (typu bitwa) wystąpiło przed spadkiem Przelazów, przesuwamy również wstecz datę spadku Moraska, lub Przelazy nie są tożsame z Moraskiem. Jeśli miałbym obstawiać, postawiłbym na drugą ewentualność.

Literatura

- 1) J. Pokrzywnicki, Meteority Polski str. 49-50
- 2) jak wyżej str.70-71
- 3) A. Dzieczkowski, H. Korpikiewicz, Zagadka meteorytu Morasko str. 87-88
- 4) jak wyżej str.86
- 5) jak wyżej str. 84-85
- 6) J. Pokrzywnicki, Meteority Polski str.61

Struktura fragmentu meteorytu Morasko otrzymanego od znalazcy

Jacek Siemiątkowski

Do badań mikroskopowych w świetle odbitym otrzymałem fragment zewnętrzny meteorytu widocznego na okładce (60 kg), z którego można było wykonać zgląd polerowany o wymiarach 1,2×3,5 mm.

Na powierzchni zglądu występują cztery kryształy kamacytu zawierające pojedyncze wydłużone wydzielienia schreibersytu (fot.1,4,5) oraz bardzo liczne automorficzne, ale drobne kryształy również schreibersytu tzw. rhabdyty

o rozmiarach od 4 do 10 mikrometrów (fot.4-6). Według pracy B.Dominik z 1976 roku zawierają one więcej niklu (ok. 43% gdy w większych wrostkach oznaczono 22 i 32%). Podobną tendencję zaobserwowano w meteorycie Sikhote-Alin i Lenarto S.J.B.Reed (1965).

Na granicy trzech kryształów pojawiają się zrosty taenitowo-kamacytowe. Struktury te określane są w literaturze jako plessyty (fot.1-3). Wewnątrz taenitu pojawia się druga generacja kamacytu tworząc struktury mikroplessytowe (fot.2 i 3). Po trawieniu powierzchni polerowanej nitałem ujawniają się figury Neumanna (fot. 5 i 6).

Duże kryształy kamacytu, liczne

drobne schreibersyty oraz przerosty taenitowo-kamacytowe są identyczne, jak w innych okazach meteorytu Morasko (B.Dominik 1976).

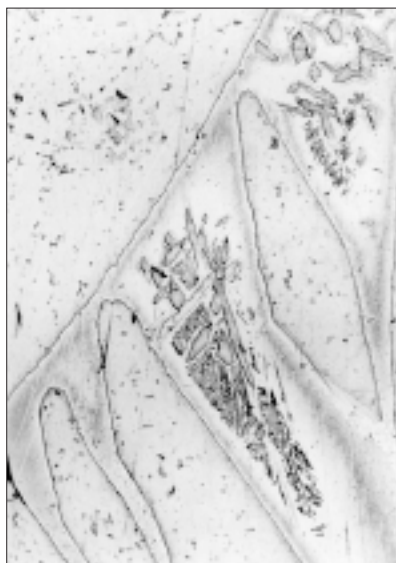
W badanym fragmencie nie stwierdzono nodul troilitowo-grafitowych, ale na powierzchni meteorytu ujawniają się struktury, które świadczą o ich obecności.

Podstawowe wiadomości o meteorycie Morasko można uzyskać w pracy z roku 1976:

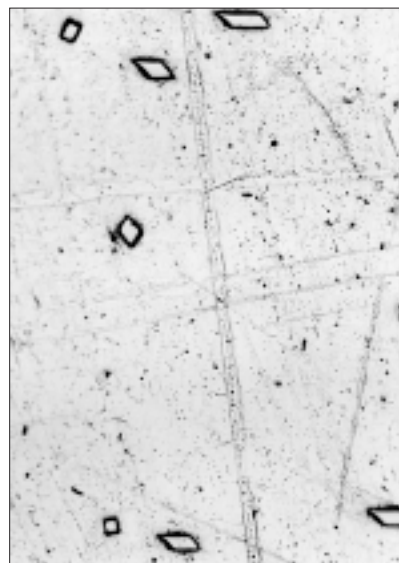
Bogna Dominik – 1976 – Studium mineralogiczno-chemiczne grubostrukturnego oktaedrytu Morasko str. 44-52, 7 fig., 42 fot. W: PRACE MINERALOGICZNE 47, PAN Oddział w Krakowie, Komisja Nauk Mineralo-



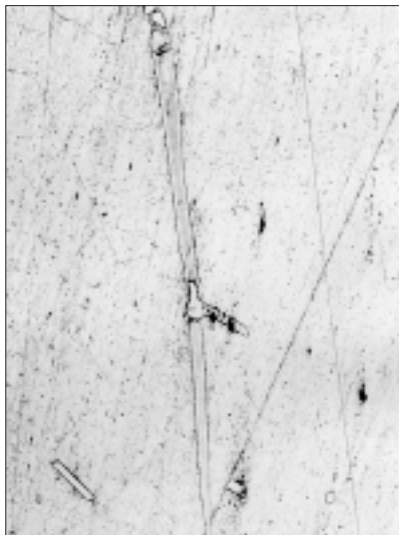
Fot. 1. Pow. 100× (pole o wymiarach 1,30 × 0,90 mm). Nieregularne przerosty taenitu [Fe, Ni] (minerał zawierający więcej niklu niż kamacyt) w kamacycie tzw. plessyt. Wokół tych przerostów krystalizują nieregularne, wyraźnie splekane kryształy schreibersytu [(Fe,Ni)₃P]. W kamacycie obecne są również izometryczne kryształy schreibersytu tzw. rhabdyty.



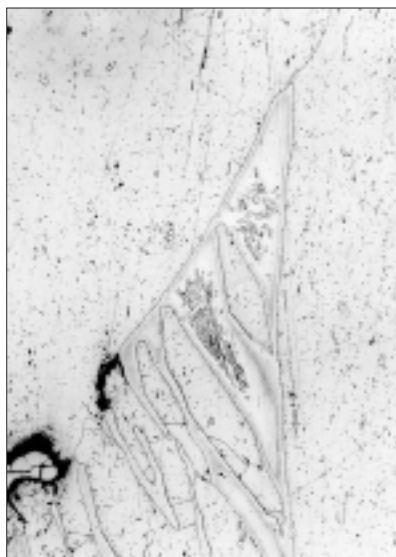
Fot. 3. Pow. 500× (pole o wymiarach 0,26 × 0,18 mm), immersja. Fragment z fot.2. Przerosty kamacytu w taenicie tzw. mikroplessyt.



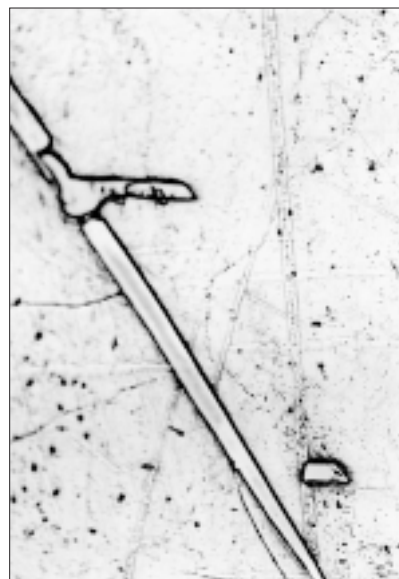
Fot. 5. Pow. 200× (pole o wymiarach 0,65 × 0,45 mm), immersja. Fragment z fot.4. Dobrze widoczne wytrawione linie Neumanna.



Fot. 2. Pow. 200× (pole o wymiarach 0,65 × 0,45 mm), immersja. Fragment fot. 1.



Fot. 4. Pow.100× (pole o wymiarach 1,30 × 0,90 mm), poler lekko trawiony nitałem. Różnej formy kryształy schreibersytu [(Ni,Fe)₃P] w kamacycie: wydłużone i izometryczne tzw. rhabdyty, z których część może być poprzecznymi przekrojami form wydłużonych.



Fot. 6. Pow. 200× (pole o wymiarach 0,65 × 0,45 mm), powierzchnia trawiona nitałem i później polerowana. Idiomorficzne kryształy schreibersytu i linie Neumanna o różnej grubości na prezentowanej powierzchni.

Gdzie i kiedy spadły meteoryty Morasko?

Andrzej S. Pilski

Czytelników, którzy sądzą, że znajdą tu odpowiedź na powyższe pytanie, uczciwie chcę uprzedzić, że nie. Wydawać by się mogło, że sprawa nie jest zbyt skomplikowana. Określenie rozmiarów obszaru rozrzutu wymaga tylko wytrwałości i systematyczności. Znalezienie humusu pod meteorytem daje szansę na datowanie spadku. Ktoś to jedynie musi zrobić.

Znaczną część prawdy o deszczu Morasko zna niewątpliwie Krzysztof Socha. W przeciwieństwie do innych poszukiwaczy, których celem jest po prostu znalezienie możliwie dużego okazu, zdecydował się on na systematyczne przeszukiwanie terenu i obecnie dysponuje danymi na temat rozmieszczenia znalezisk. Problem jedynie w tym, że nie daje się nakłonić do opublikowania wyników poszukiwań, ani nie próbuje ich wykorzystać do odtworzenia przebiegu tego spadku. Być może wyniki te nie sugerują wyraźnego obrazu spadku.

Trudno zgodzić się z koncepcją, że spadek ten nastąpił niedawno, choć paradoksalnie okaz Moraska, którego fragment niedawno widziałem, miał tak znakomicie zachowane regmaglipty i fragmenty skorupy obtopieniowej, jakby spadł kilkadziesiąt lat temu. Trudno jednak uwierzyć, że największy deszcz meteorytów żelaznych w Europie spadł niepostrzeżenie. Istnieniem poligonu można wytłumaczyć obojętność mieszkańców kilku najbliższych wsi, ale tak ogromny deszcz meteorytów musiał być poprzedzony niezwykle jasnym bolidem widocznym z odległości kilkuset kilometrów. Nie wydaje się możliwe, aby takie zjawisko nie zostało nigdzie odnotowane. Podobne opinie wyrażają badacze meteorytu Dronino, którego okazy są podobnie zwiertzale, jak Morasko.

Stopień zwiertzenia meteorytu zależy w większym stopniu od miejsca przebywania okazu niż od czasu. Ważący 29 kg okaz, który wymienia wyżej Krzysztof Socha, znaleziony został na brzegu niewielkiego bajora (są sugestie, że krateru), więc okresowo musiał znajdować się w wodzie, co sprzyjało wytworzeniu grubej otoczki piasku scementowanego limonitem. Okazy

znajdowane na wyżej położonych, piaszczystych terenach, przez które woda szybko przesiąka, muszą być w lepszym stanie. Doskonałym przykładem na potwierdzenie tej tezy są okazy meteorytu Łowicz w Muzeum Ziemi PAN w Warszawie. Data spadku tego meteorytu nie budzi wątpliwości. W Muzeum można natomiast zobaczyć i okazy w doskonałym stanie i zupełnie zardzewiałe, rozpadające się w rękę, a dostarczone do Muzeum niespełna 20 lat po spadku. Są one w znacznie gorszym stanie, niż znaleziony dużo później okaz znajdujący się obecnie w Olsztyńskim Planetarium.

Kolejnego przykładu, że stan zachowania meteorytu niewiele mówi o dacie spadku, dostarczają znane większości kolekcjonerów meteoryty Nantan i Campo del Cielo. Ten pierwszy spadł najprawdopodobniej w XVI wieku, o czym świadczą zapisy w chińskich kronikach i jest źródłem dowcipów typu, że jeszcze zanim zobaczy się okaz, już słyhać, jak rdza go żre. Można się jednak tylko dziwić, że w wilgotnym i ciepłym klimacie miejsca spadku w ogóle coś z niego jeszcze zostało. Deszcz Campo del Cielo jest datowany na kilka tysięcy lat wstecz, a stan zachowania jego okazów jest porównywalny z Moraskiem i wyraźnie zależy od miejsca znalezienia.

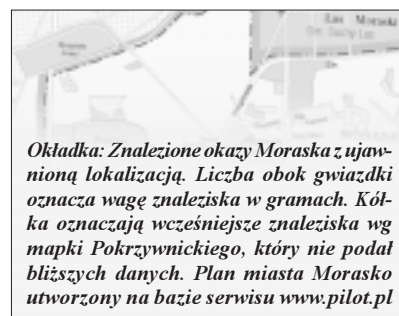
Przedstawione na okładce miejsca znalezisk znajdują się w obszarze wskazywanym już przez dr Jerzego Pokrzywnickiego. Wynika z tego, że spadek jest dużo większy, niż szacowano jeszcze kilkanaście lat temu. Mimo, że próbka jest mała, widać już, że okazy duże i małe są ze sobą wymieszane i nic nie wskazuje na wyróżniony kierunek spadku. Ponieważ w przeważającej większości małe okazy nie są odłamkami lecz okazami całkowitymi bez deformacji struktury, wynika z tego, że w trakcie spadania intensywna fragmentacja meteoroidu zachodziła nawet tak nisko nad powierzchnią Ziemi, że obok siebie spadały różnej wielkości bryłki żelaza. Rozpadanie się meteoroidu ułatwiała jego struktura. W większych okazach widać liczne wrostki minerałów osłabiające spójność żelaza. Często wgłębienia po zwiertzalych wrostkach znajdują się na powierzchni większych okazów.

Liczba odłamków z deformacjami struktury jest mniejsza niż w przypadku deszczu Henbury, natomiast porów-

nywalna z deszczem Canyon Diablo, gdzie podobnie struktura ułatwiała fragmentację w atmosferze. Jest to jedynie szacunkowa ocena, natomiast z faktu istnienia tych odłamków wynika, że deszcz Morasko był spadkiem kraterotwórczym. Tylko jeden odłamek z krateru ma znaną lokalizację (dzięki Arturowi Janusowi) i wskazuje on na proponowane krater w rezerwacie Morasko. Lokalizację innych odłamków z kraterów utrzymuje w tajemnicy Krzysztof Socha. Znajdowanie większych brył meteorytów w pobliżu domniemanych kraterów niczego nie dowodzi, gdyż w przypadkach, gdy zbadano strukturę tych brył, okazywało się zawsze, że są to całkowite okazy bez deformacji struktury.

Nadal więc wiemy, że meteoryty spadły w rejonie domniemanych kraterów, ale nie znamy zasięgu ich obszaru rozrzutu. Apeluję wobec tego do rozsądku poszukiwaczy. Prowadzenie poszukiwań w sposób przemyślany nie wymaga dużo więcej wysiłku, niż machanie wykrywaczem na chybił trafił. Poszukiwania trzeba prowadzić z dobrą mapą, zaznaczając obszar poszukiwań i znalezione, podejrzane okazy. Wiele małych okazów Moraska wcale nie wygląda na meteoryty, gdyż odłupały się od większej bryły nisko nad ziemią, a ewentualne skromne efekty ablacji zatarła rdza. Wielokrotnie zdumiewało mnie, jakim cudem Krzysztof Socha rozpoznał, że dany kawałek złomu jest meteorytem. Zakończyć trzeba poszukiwania raportem zawierającym granice przeszukanego obszaru, lokalizacje i wagi znalezionych okazów oraz zasięg użytego wykrywacza. Raport najlepiej skierować do Polskiego Towarzystwa Meteorytowego. Wtedy można przejść do historii, jako osoba, która wniosła istotny wkład do rozwoju nauki, a nie jako jeszcze jeden poszukiwacz, który z chęci zysku czy zwykłej głupoty narobił więcej szkody, niż pożytku.

✍



Czy meteoryt Toluca nie jest z Toluca w Meksyku?

William D. Panczner

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 4. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Meteority Toluca z Meksyku często spotyka się na wystawach w muzeach, czasem na półkach kolekcjonerów lub oferowane na sprzedaż na wielu większych targach minerałów. Ich etykiety zwykle głoszą, że pochodzą one z Toluca, ale jest to błąd.

Aby znaleźć rzeczywiste miejsce pójdziemy śladem słynnego kolekcjonera i badacza meteorytów dr Harveya Niningera, który szukał prawdy o tych meteorytach żelaznych z Toluca w 1929 podczas pełnej przygód podróży do Meksyku.

Dr Nininger stwierdził, że na temat tego meteorytu jest mnóstwo nieporozumień i błędnych informacji. Z tego powodu, i wobec braku informacji o miejscu spadku tego meteorytu i o meksykańskich meteorytach w ogóle, dr Nininger musiał sam pojechać i zdobyć informacje z pierwszej ręki. Od kiedy zainteresował się on meteorytami, odwiedzenie tego miejsca było jednym z jego pierwszoplanowych celów. Chciał on odwiedzić rzeczywiste miejsce spadku i skorygować błędy lokalizacji.

Z nielicznych relacji wiedział on, że Alzate Ramirez pisał, iż w 1776 r. odwiedził małe pueбло, by zobaczyć słynne bryły rodzimego żelaza. Dalej stwierdzał, że miejscowi Indianie wytwarzali narzędzia i inne żelazne przedmioty z meteorytów znajdujących podczas uprawiania pobliskich pól. W 1784 r. opublikował w *Gazetas de Mexico* artykuł o tym miejscu, jego bryłach żelaza i historii. Pisał on, że tym

miejszem jest małe pueбло na północy wschód od Toluca, stolicy stanu Meksyk.

Podczas wizyty w Meksyku w latach 1803-1804 znany przyrodnik i inżynier górnictwa Alexander von Humboldt został poproszony przez rząd meksykański o odwiedzenie regionów górniczych. Przekazał on potem rządowi sugestie dotyczące reform górnictwa i wygłosił wykłady w Królewskim Seminarium Górniczym w Mexico City. Wykładali tam jego trzej przyjaciele, Fausto de Elhuyar, dyrektor Seminarium, oraz Friedrich Sonnesschmidt i Andres Manuel del Rio. Wspominał on w jednym z wykładów i później w jednej ze swych licznych książek, że meteoryty z tego odludnego rejonu stanu Meksyk były dobrze znane i używane do wyrobu narzędzi i przedmiotów z żelaza.

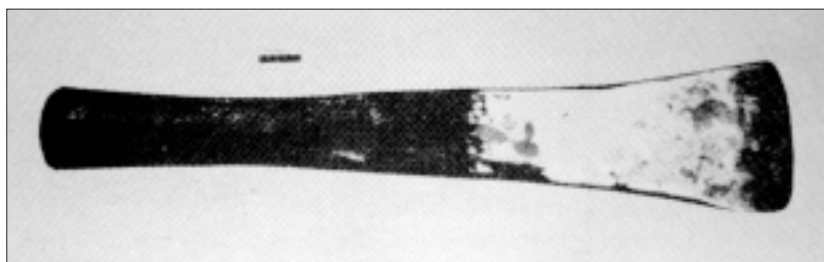
Zaraz po meksykańskiej wojnie o niepodległość (1810-1821) Meksyk poprosił kilka europejskich krajów mających silny przemysł górniczy o pomoc w odbudowie meksykańskiego górnictwa. Na początku lat dwudziestych XIX w. Niemcy wysłały kilku geologów z różnymi firmami górniczymi, aby pomogli w odbudowie i w poszukiwaniach nowych złóż minerałów. Wilhelm Stein, geolog z Niemiecko-Amerykańskiej Kompanii Górniczej, w sprawozdaniu dla przełożonych z 23 kwietnia 1825 r. donosił, że wysłał im próbkę żelaza z Jiquipilco. Nie znalazł on tego okazu osobiście, ale uważał, że to miejsce wymaga dalszych badań te-

renowych. Pisał dalej: „Wiadomo ponadto, że znaczne ilości tego żelaza znaleziono orząc ziemię w tej okolicy i że wykorzystywano je do wyrobu wszelkiego rodzaju narzędzi.”

W 1827 r. ceniony francuski chemik i mineralog Pierre Berthier publikował artykuł o tym miejscu spadku meteorytu. Jego kolega, Alexander von Humboldt, po powrocie z Meksyku dał mu okaz, ale ponieważ podał błędną lokalizację, Berthier sądził, że okaz należy do nieznanego spadku jeszcze nie opisanego. Lokalizację meteorytu podał Friedrich Sonnesschmidt, który towarzyszył Humboldtowi w jego meksykańskiej ekspedycji. Sonnesschmidt podał raczej nazwę pueбла, gdzie dostał okaz, a nie miejsca, gdzie okaz ten został rzeczywiście znaleziony.

Nininger także pisał, że Burkart w 1856 r. napisał, iż miejscem spadku jest Xiquipilco. Dalej wskazywał, że używanie przez niektórych nazwy Toluca jest błędem. Miejsce to odwiedzali w połowie lat osiemdziesiątych XIX w. inni naukowcy jak np. dr E. Ordonez z Instytutu Geologii w Mexico City. Dopiero w 1889 r. dr Antonio del Castillo wspominał o tym spadku w swej książce *Catalogue Descriptif des Meteorites de Mexique*. W 1915 r. dr O.C. Farrington, badacz meteorytów i kustosz Field Museum w Chicago opublikował swój *Catalog of Meteorites in North America*, w którym opisał to miejsce w Meksyku. W 1909 r. odwiedził to miejsce i napisał, że „znaleziono kilkaset brył, z których największa ważyła 300 funtów.” Inne źródła informacji znaleziono rozproszone w zbiorach kilku muzeów Ameryki Północnej. Muzeum Narodowe i Muzeum Instytutu Geologii w Mexico City miały w swych zbiorach „pięć największych meteorytów świata” i kilkanaście z tego odludnego miejsca w stanie Meksyk.

W 1929 r. dr Nininger poprosił o zwolnienie go z obowiązków wykla-



To jest Barreta (łom żelazny) wykonana przez kowala w Jiquipilco z jednego z meteorytów. Czarna kreska oznacza jeden cal. Fot. Harvey Nininger 1929.

dowcy w semestrze jesiennym w McPherson College w McPherson w stanie Kansas i uzyskał bezpłatny urlop. Poprosił jednego ze swych studentów, Alexa Richardsa, aby pojechał z nim do Meksyku, by szukać meteorytów. Wybór Alexa był oczywisty, ponieważ ten dwudziestoletni młodzieniec był zaradny, nie obawiający się trudności, mówił płynnie po hiszpańsku i co najważniejsze był dobrym mechanikiem samochodowym. Nininger poprosił Alexa, aby zbudował specjalny samochód na tę ekspedycję do wnętrza Meksyku. Samochód został zbudowany i według opisu Niningera był „najbardziej toporny, zrobiony z części innych samochodów”. Nininger chciał, aby był naprawdę solidny i brzydki, aby żaden bandito nie chciał go ukraść. Po zrobieniu samochodu miał według Niningera siedem biegów plus pięć wstecznych, wysokie zawieszenie i płytę pod spodem chroniącą silnik i układ napędowy. Po zabraniu dwustu dolarów na każdego wyruszyli obaj w dzikie tereny Meksyku.

Rewolucja meksykańska zakończyła się zaledwie kilka lat przed ich ekspedycją, dlatego nieliczne drogi nadające się do użytku były w złym stanie. Przebywali średnio tylko 40 mil na dobę, w niektóre dni pokonując nawet 100 mil, ale innego dnia tylko 10 mil lub mniej. Nieustannie uważali na bandytów.

Po przybyciu do Mexico City poszli prosto do Instytutu Geologii. Dr Nininger nie miał żadnych listów polecających i nie znalazł tam nikogo. Gdy

jednak spytali o meteoryty, skierowano ich do dr Fredericka K. G. Mullerrieda, niemieckiego geologa prowadzącego badania terenowe w Meksyku. Był on także profesorem Uniwersytetu Narodowego w Mexico City. Dr Mullerried powiedział, że przybyli w samą porę ponieważ „nikt w Meksyku nie badał meteorytów” i było sporo meteorytów, których jeszcze nie sklasyfikowano. Nininger i Alex pracowali przez kilka tygodni w Instytucie i w Muzeum Narodowym „odcinając próbki z niezidentyfikowanych meteorytów, polerując je i trawiąc, aby je zidentyfikować.” Podczas tej wizyty dyrektor Instytutu zaproponował Niningerowi, aby odciął płytę z 800-funtowego meteorytu z jego kolekcji. Miejsce znalezienia okazu było nieznane, ale uważano, że pochodzi ze spadku Toluca. Dyrektor miał nadzieję, że Nininger mógłby zwerfikować pochodzenie tego wyjątkowo dużego meteorytu na podstawie wyglądu figur Widmanstättena. Mierząca 41/4 na 8 cali płyta po wytrawieniu została sklasyfikowana i na podstawie unikalnych figur Widmanstättena stwierdzono, że pochodzi ona z miejsca Toluca. Gdy dr Nininger odjeżdżał wracając do Kansas, Muzeum sprezentowało mu płytę jako dar za pomoc jego i Alexa.

Będąc w Mexico City dr Nininger miał sposobność odwiedzić dr Jose Aguilera, który przez wiele lat był profesorem mineralogii w Escuela de Minería Nacional (Narodowa Szkoła Górnicza) i cenionym geologiem. Aguilera



Harvey Nininger przy pracy, jak zwykle w białym kapeluszu. Jest to tkwiący w ziemi duży okaz z Hugoton w hrabstwie Stevens w Kansas znaleziony w 1935 r. Waży 313 kg. Jest to meteoryt kamienny, zbrekowany, krystaliczny chondryt. Znaleziono dwa inne, mniejsze kawałki: 520 i 1350 g.

powiedział o dwóch znanych kolekcjonerach minerałów z USA, którymi byli H. A. Ward i A. E. Foote, którzy odbyli kilka podróży do tego odludnego miejsca na północny wschód od Toluca pod koniec XIX w. Powiedział, że osobiście wie o co najmniej 22 tonach meteorytów, które personel Szkoły Górniczej pomagał tym dwóm dealerom wysłać do USA. Ward odwiedził ten teren po raz ostatni w 1904 r., a ostatnia przesyłka do niego była wysłana tuż przed końcem 1905 r.

Przez następnych kilka tygodni Nininger nieustannie pytał dr Mullerrieda o możliwość odwiedzenia miejsca spadku, gdzie podobno znajdowano meteoryty żelazne Toluca. Mullerried powiedział mu, że nie był tam i „nie słyszał, by cokolwiek przybyło stamtąd od lat. Poza tym to niebezpieczna okolica.” W końcu któregoś dnia Mullerried powiedział, że poczynił przygotowania do odwiedzenia tego miejsca „jeśli nadal chcą spróbować tam dotrzeć”. Alex akurat poważnie zachorował na amebową biegunkę i nie był w stanie towarzyszyć Niningerowi więc dr Mullerried powiedział, że pojedzie z Niningerem.

Przed wyjazdem Nininger poszedł do banku, aby zamienić na gotówkę czek podróżny na 50 dolarów, by mieć pieniądze na ewentualny zakup meteorytów. W owym czasie amerykański dolar był wart 28 meksykańskich pesos, które były tylko w postaci srebrnych monet. Szybko włożył monety do kieszeni i wyszedł z banku. Dr Muller-



Wytrawiony meteoryt Jiquipilco. Ten okaz znajduje się w kolekcji Niningera w Centrum Badań Meteorytów Arizona State University. Autor uważa, że jest to pięćka odcięta od 800-funtowego okazu w Instytucie Geologii w Mexico City. Dr Nininger odciął ją w 1929 r. (zob. tekst). Fot. Jeffrey J. Kurtzman.

ried, który spotkał go przed bankiem, powiedział słysząc brzęczenie monet w wypchanych kieszeniach spodni Niningera, że „okradną nas już gdy będziemy szli ulicą”. Pokazał Niningerowi jak i gdzie umieścić monety.

Chociaż miejsce spadku znajdowało się niewiele ponad 30 mil od Mexico City w linii prostej, musieli jechać wiele godzin pociągiem przez góry zanim dotarli do Toluca. Stąd pojechali innym pociągiem do Ixtlahuaca, gdzie mieli spędzić noc. W hotelu Mullerried zaangażował trzy samochody z kierowcami, by zawieźli ich do małego puebla Xiquipilco. Nininger spytał, dlaczego trzy? Mullerried odparł, że rankiem pokaże się prawdopodobnie tylko jeden. Miał rację i następnego dnia pojawił się jeden samochód z kierowcą. Opuścili hotel zanim słońce wzniosło się ponad otaczające góry. Gruntowa droga prowadząca w góry była w najlepszym przypadku szlakiem złożonym z dwóch kolein. Była niebezpieczna i kręta więc przebycie 12,5 mil z dna doliny w góry do Xiquipilco zajęło im trochę ponad trzy godziny. Nininger mówił, że przy drodze „było wiele rozbitych pojazdów, które nie wyrobiły się na zakrętach.”

Xiquipilco mieści się w pozostałościach dawno wygasłych wulkanów o stromych zboczach na wysokości prawie 2800 metrów nad poziomem morza. Po przybyciu tam dr Nininger ze zdumieniem stwierdził, że mimo zbierania meteorytów przez wiele pokoleń, około 1000 mieszkańców Xiquipilco wciąż jeszcze je znajduje. Spotkał nawet kilka, które były używane jako młoty do zwiększania chropowatości powierzchni ściernych wioskowych



Dr E. K. G. Mullerried rozmawiający z miejscowymi Indianami w Jiquipilco o meteorytach.

metates (żaren). Podczas wizyty obojście znalazł trzyfuntowy meteoryt na jednym z poletok kukurydzy w samym pueblo.

Zbocza gór wokół puebla są upstrzone setkami tarasowych poletok. Indianie hodują fasolę i kukurydzę na żyznej glebie stromych zboczy starych wulkanów. Ponieważ ten teren otrzymuje duże ilości opadów, erozja jest głównym problemem. Przez wiele lat to właśnie erozja stromych zboczy odslaniała meteoryty.

Nininger sporządził mapę obszaru rozrzutu i stwierdził, że obejmuje on nieco ponad 2 mile kwadratowe z Xiquipilco w środku. Prace terenowe prowadzone wiele lat później pokazały, że obszar rozrzutu jest znacznie większy. Obecnie ma on 3,1 mili na 2,5 mili co daje powierzchnię 7,8 mil kwadratowych. Jest to ponad trzykrotnie więcej niż sądził Nininger.

Nininger był w stanie zakupić około 700 funtów meteorytów. Największy okaz ważył nieco ponad 200 funtów. Ostatnim jego zakupem była *barreta*,

czyli coś w rodzaju żelaznego łomu, wykonana z meteorytu. Gdy już pozbył się pesos Nininger stwierdził, że miejscowi Indianie wciąż „trzymali *aerolitos* czyli meteoryty na sprzedaż tłocząc się dokoła jak gromada mrówek wokół kropli syropu.” Gdy wrócił do Kansas, przysłano mu z Xiquipilco dodatkowe 700 funtów. Jeden z okazów z tej drugiej partii ważył prawie 400 funtów.

Dr Nininger sprawdził, że rzeczywiste miejsce spadku meteorytów żelaznych Toluca znajduje się około 20 mil w linii prostej na NNE od Toluca. Jak w przypadku wielu innych miejscowości w Meksyku nazwa tego miejsca z upływem lat ulegała pewnym zmianom i w zakresie wymowy i pisowni. W tym przypadku zmieniono wymowę z Xiquipilco na Jiquipilco. Rząd meksykański zmienił oryginalną indiańską wymowę na hiszpańską. Jiquipilco jest obecnie siedzibą władz czyli Cabecera okręgu czyli Municipio of Jiquipilco. Współrzędne tego miejsca to 19° 34' N i 99° 34' W.

Nininger i Mullerried odwiedzili to miejsce ponownie podczas drugiej ekspedycji w 1952 r. Głównym celem tej ekspedycji było zrobienie topograficznego rozpoznania obszaru rozrzutu, znalezienie krateru (lub kraterów), przeprowadzenie poszukiwań metalicznych kuleczek przy pomocy magnesów i próba stwierdzenia, skąd wzięło się nieporozumienie co do miejsca znalezienia.

Przed tą wyprawą dr Mullerried zainteresował się bardzo geologią rejonu Jiquipilco. Przeprowadził nawet rozpoznanie okolicy z powietrza pod koniec 1936 r. Stwierdził, że struktury geologiczne wokół Jiquipilco mają charakter wulkaniczny. Warstwy skalne składają się z różnych skał wulkanicznych włącznie z warstwami tufów



Ważący 1850 g meteoryt Jiquipilco autora. Fot. autor.

z trzeciorzędu i czwartorzędu. Część skał wulkanicznych pokrywają osady plejstocenijskie i z ostatniego okresu.

Podczas tej drugiej ekspedycji Ninninger i Mullerried zebrali i otrzymali 63 meteoryty ważące trochę ponad 400 funtów. Ninninger próbował dowiedzieć się od miejscowych Indian, jak duże były okazy tego meteorytu. Słyszał o bryle, która ważyła ponad tonę, ale nie mógł tego udowodnić. Był zawiedziony, gdy stwierdził, że Indianin, który podobno widział tę bryłę, zmarł kilka miesięcy przed jego przyjazdem. Pod koniec lat czterdziestych XX wieku kilka brył ważących około 400 funtów wysłano podobno do Europy. Największy znany autorowi okaz tego meteorytu to ważąca 800 funtów bryła w Instytucie Geologii w Mexico City.

Ninninger i Mullerried spędzili dwa dni w pueblo rozmawiając z miejscowymi Indianami. Stwierdzili, że meteoryty były znajdowane i na wewnętrznych i na zewnętrznych zboczach zerodowanych wulkanów w tej okolicy. Następnie zrobili topograficzny przekrój terenu. Objęli nim odległość czterech mil w kierunku północny wschód — południowy zachód a potem około pół mili na północ, wschód i południe od tej linii. Przelecieli nad tym terenem szukając kraterów uderzeniowych. Po badaniach naziemnych wszystkie sfotografowane kraterki okazały się pochodzenia wulkanicznego. Jest możliwe, że krater istniał, ale z upływem czasu został zatarty przez erozję. Ninninger czuł, że jeśli był meteorytowy krater w Jiquipilco to nie można by było tego udowodnić. Dowody przeciw uderzeniowemu kraterowi były poważne. Nie było deformacji warstw skalnych i gdy Ninninger i Mullerried ukończyli mapę obszaru rozrzutu, okazało się, że rozmieszczenie znalezionych meteorytów jest raczej eliptyczne a nie kołowe. Ninninger wspomniał o wcześniejszych badaniach terenowych G. A. Steina. Stein pisał, że czasem meteoryty znajdowane są w glebie na zboczach gór, a innym razem pod rumoszem w parowach, gdzie woda nie mogła ruszyć ciężkich brył meteorytów. Na tej podstawie Stein wnioskuje, że jego zdaniem meteoryty znajdowane są tam, gdzie spadły.

Ninninger znalazł wiele błędów w historycznych zapisach na temat tego zdarzenia. To miejsce nie znajduje się w dolinie Toluca. Pueblo Jiquipilco jest

kilkaset stóp ponad doliną na serii wąskich grzbietów odchodzących od łańcucha Sierra Madre. Stwierdził, że wszystkie synonimy używane do określenia miejsca spadku są nieuzasadnione, a niektóre są zdecydowanie błędne. Ninninger stwierdził, że najbardziej niefortunne jest określenie Toluca, ponieważ jest to około 20 mil w linii prostej od miejsca spadku meteorytu.

Z powodu krystalicznej struktury meteorytów z tego spadku uważa się, że duży meteoroid rozpadł się na niezliczone mniejsze kawałki w atmosferze podczas gwałtownego hamowania przed uderzeniem w ziemię. Z powodu tej fragmentacji prawdopodobnie nie ma żadnego dużego krateru.

Wciąż nie wiadomo, kiedy to się wydarzyło. Miejscowi Indianie mówią, że to było na długo przedtem, zanim człowiek pojawił się na tym terenie. Obecnie geolodzy sądzą na podstawie badań miejscowych skał wulkanicznych i ich struktur, że mogło to się stać przed tysiącami, a może nawet milionami lat. Wciąż jest wiele prac terenowych i laboratoryjnych do zrobienia na temat tego meteorytu.

W 1965 r. w meteorytach z tego miejsca znaleziono nowy minerał. Ten minerał, pierwotnie znany jako kosmochlor, został oficjalnie nazwany ureyitem. Ureyit jest jednoskośnym piroksenem sodowo chromowym (z grupy jadeitu) o wzorze $\text{NaCrSi}_2\text{O}_6$. W 1971 r. odkryto inny nowy minerał zawarty w meteorytach żelaznych Toluca, heksonit. Jest to sześcienny węgiel żelaza o wzorze $(\text{Fe,Ni})_{23}\text{C}_6$. Jiquipilco jest jednym z dwóch miejsc znalezienia tego minerału. Drugim jest meteoryt Canyon Diablo z Krateru Meteorowego i jego okolicy w Winslow, w hrabstwie Coconino w Arizonie.

Meteoryty z Jiquipilco to oktaedryty gruboziarniste z licznymi inkluzjami zaliczane do chemicznego typu IA. R. W. Kempton pisał w swym artykule o meteorytach Toluca, że czasem znajdowano inkluzje zawierające „widoczne kryształy oliwiny i jasnozielonego diopsydu”. Meteoryty z tego terenu mają efektowne figury Widmanstättena często ukazujące trójką orientację ich struktury osmiościanu.

Ninninger stwierdził, że „Niewątpliwie właściwą nazwą dla tego spadku jest Xiquipilco lub bardziej poprawnie Jiquipilco, a nie jakkolwiek inny synonim pojawiający się w literaturze.”

Poprawne miejsce na etykietce tego meteorytu powinno być:

Jiquipilco, Municipio de Jiquipilco, stan Meksyk, Meksyk.

Nazwę tego miejsca wymawia się Chikepilko. Jak pisał elokwentnie R. W. Kempton w artykule o „Meteorytach żelaznych Toluca” w tym kwartalniku w 1995 r. „Jest to jedyne miejsce, gdzie od niepamiętnych czasów ludzie wykuli noże, łopaty, młoty, plugi i inne metalowe narzędzia z żelaza pochodzącego z innej planety.”

Podziękowania

Autor chciałby podziękować dr Carletonowi B. Moore, dyrektorowi Center for Meteorite Studies w Arizona State University w Tempe, w Arizonie. Dr Moore udostępnił z kolekcji Ninningera reprodukcję artykułu dr Harveya H. Ninningera „Meteorites of Xiquipilco, Mexico” z listopadowego numeru miesięcznika *Earth Science Digest* z 1952 r. Niektóre ilustracje pochodzą z tego artykułu. Autor chciałby także podziękować swej córce Shannie Blauvelt i synowi Chrisowi za krytyczne uwagi i zredagowanie tego artykułu.

Literatura

- Farrington O. C. 1915, *Catalog of the Meteorites of North America*, National Academy of Science.
- Kempton Russell W., 1995, The Toluca Irons, *Meteorite!* May, 14-15.
- Ninninger H. H., 1950, *The Ninninger Collection of Meteorites — A Catalog and A History*, Winslow, The American Meteorite Museum.
- Ninninger H. H., Meteorites of Xiquipilco, Mexico, *Earth Science Digest*, Nov 1952, 6, No 3, 19-30, Colorado Springs.
- Ninninger H. H., 1972, *Find a Falling Star*, New York, Paul S. Eriksen, Inc.
- Panczner William D., 1987, *Minerals of Mexico*, New York, Van Nostrand Reinhold Co. Inc.
- von Humboldt A., 1811. *Political Essays on the Kingdom of New Spain*. London.

Autor był pierwszym kustoszem Nauk o Ziemi w Congdon Earth Science Center i dyrektorem meksykańskiego programu w Arizona-Sonora Desert Museum w Tucson w Arizonie. Napisał wiele artykułów i opublikował kilka książek, z których najbardziej znana jest *The Minerals of Mexico*. Obecnie wykłada astronomię i nauki o Ziemi w W. L. Sickles High School w Tampa na Florydzie.



Wold Cottage: przeszłość i teraźniejszość

J. Gregory Wilson

tłum. Magdalena Pilska-Piotrowska

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 4. Copyright © 2003 Pallasite Press)

„**K**ilkanaście osób w Wold Cottage w Yorkshire, 13 grudnia 1795 roku, słyszało w powietrzu różne hałasy...”

Tak zaczyna się artykuł w *Gentleman's Magazine* z 1795 roku, opisujący szczegółowo spadek meteorytu Wold Cottage. Zdarzenie to było punktem zwrotnym w rozwoju nauki zajmującej się meteorytami. Dzięki niemu i spadkom meteorytów Siena, Weston i L'Aigle, świat naukowy został wciągnięty, wierzgając i krzycząc, w epokę, w której pojęcie kamieni spadających na Ziemię z Niebios jest postrzegane jako fakt naukowy, a nie naukowa fantazja.

W lipcu tego roku miałem szczęście spędzić trochę czasu w Zjednoczonym Królestwie w ogóle, a w małej wiosce Wold Newton w szczególności. Po przylocie na Heathrow, rozkoszowałem się piękną, czterogodzinną podróżą pociągiem, przez falistą brytyjską okolicę do Edynburga w Szkocji, gdzie powitali mnie Rob i Irene Elliott. Rob posiada i prowadzi Fernela Meteorites, duży i prosperujący biznes meteorytowy oraz swoją osobistą kolekcję, co ostatnio obszernie relacjonowano na tych stronach (Meteoryt 1/2003). Wystarczy powiedzieć, że jego kolekcja może konkurować ze zbiorami największych muzeów świata, i ośmielałem się twierdzić, że jego skrupulatna konserwacja i staranne przechowywanie zbiorów jest lepsze niż w większości instytucji. Po kilku dniach zwiedzania okolicy w obszarze Fife, żartobliwych sporów o to, które specjalne kuchnie amerykańskiej czy angielskiej są lepsze, odrobinie wymieniania, targowania i kupowania meteorytów, nasza trójka wyjechała odwiedzić jedno z najsłynniejszych miejsc w historii meteorytyki.

Wold Cottage jest posiadłością nieopodal Wold Newton we wschodniej części hrabstwa York, położoną kilka mil na południe od malowniczego, nadmorskiego miasta Scarborough. Budynki i przyległe grunty obecnie do czarujących Dereka i Katriny Gray, którzy gruntownie i pieczołowicie odrestaurowali farmę z czasów króla Jerzego adaptując ją na oryginalny i piękny hotel o pełnym serwisie usług. Wold Cottage to obecnie funkcjonująca farma posiadająca jakieś 450 akrów ziemi uprawnej i pasące się owce. Łoża z baldachimami i antyczne meble pozwalają szczęśliwym gościom hotelu zakosztować osiemnastowiecznego stylu życia. Produkty z farmy wykorzystuje się do przygotowywania podawanych w jadalniach potraw, a druki oraz ryciny, przedstawiające upadek meteorytu, ozdabiają ściany. Jednak prawdziwa atrakcja dla meteorytowych entuzjastów oczywiście znajduje się kilkaset jardów dalej wśród obsianych pól: miejsce lądowania jednego z najsłynniejszych meteorytów w historii. Na tym miejscu znajduje się imponujący murowany z cegieł obelisk upamiętniający miejsce i datę spadku, wzniesiony przez głównego bohatera historii meteorytu Wold Cottage.

Przeszłość

Do końca osiemnastego wieku, relacje o kamieniach spadających z nieba spotykały się w najlepszym razie ze sceptycyzmem, a w najgorszym przypadkiem z drwiną. W owym czasie reakcja naukowa na liczne tego rodzaju doniesienia, była równoznaczna z tą, jaką dzisiaj wywołują relacje o UFO. Tu i ówdzie mogło występować pewne niewielkie zainteresowanie i jakieś teoretyczne domysły, lecz przeważnie temat był ignorowany i uważany za niewarty naukowego rozważenia.

Ostatecznie nie kto inny jak wielki autorytet, sir Isaak Newton, dopiero co ogłosił swoją wiarę w to, że nie istnieje żadna materia pomiędzy planetami, więc nie ma tam nic do spadania! Znacznie wcześniejszy upadek z 1492 roku w Ensisheim w Alzacji był teoretycznie obserwowany (nawet jeśli to był tylko młody chłopiec na polu), a zagadkowa skała została przymocowana łańcuchami wewnątrz miejskiego kościoła, żeby powstrzymać ją przed wędrówkami po okolicy i czynieniem dalszych szkód lub nawet przed jej powrotem do Niebios. Należy jednak przypuszczać, że następne pokolenia naukowców prawdopodobnie potraktowały tę historię jako legendę, jeśli w ogóle się nad nią zastanawiały. Lecz gdy osiemnasty wiek ustąpił miejsca dziewiętnastemu, wszystko się zmieniło. W przeciągu nieco więcej niż jednej dekady, w zachodniej Europie i Nowym Świecie, miały miejsce cztery kluczowe spadki, w obecności świadków, które poważnym naukowcom trudno było dalej ignorować. Ta „wielka czwórka” to spadki obecnie znane jako Siena, Wold Cottage, L'Aigle i Weston.

Pierwszy z nich miał miejsce w mieście Siena w Toskanii, 16 czerwca 1794. Deszcz małych kamieni spadł w pobliżu tego historycznego miasta, a moment spadku nie mógł być bardziej intrygujący. Wezuwiusz, niesławnej pamięci wulkan, który jakieś 17 wieków wcześniej zniszczył Pompeje i Herkulanum, zaprezentował właśnie poprzedniego dnia widowiskową erupcję. Dwa tak pamiętne zjawiska przyrody, które zdarzyły się niemal jednocześnie, tym naukowym umysłem owego czasu, którzy raczyli zwrócić na nie uwagę, wydawały się prawdopodobnie związane ze sobą. Przypuszczano, że wulkaniczny materiał został wyrzucony do górnych granic atmosfery,

aby następnego dnia spaść deszczem na Toskanię. W korespondencji Sir Josepha Banksa, z Królewskiego Towarzystwa, z Sir Wiliamem Hamiltonem, królewskim ambasadorem na neapolitańskim dworze, Banks stwierdził: „*Historia wydaje się zbyt cudowna aby w nią uwierzyć, lecz że nic nie jest niemożliwe i będzie Pan miał możliwość wglądu w szczegóły, wstrzymam moje niedowiarstwo do czasu gdy usłyszę Pańską opinię. Jeśli kamienie były rzeczywiście wprawione w ruch przez Siłę, która wywiodła je tak wysoko, że wzniesienie się i opadanie zajęło im 18 godzin, wnioskuję, że musiały podążyć daleko ponad granice naszej atmosfery i jeśli zebrały masę Elektryczności w tamtych regionach, która eksplodowała, jak tylko przybyły do gęstych regionów naszych Ekshalacji, to otwiera to nowe pole do dyskusji, która nie może nie rozbawić naszych filozofów jeśli nie nauczy ich czegoś.*” Hamilton otrzymał korespondencję od lorda Bristolu brzmiącą następująco: „*Spadły one około 18 godzin po ogromnej erupcji Wezuwiusza, która to okoliczność pozostawia trudności w wyborze rozwiązania tego niezwyklego zjawiska: albo te kamienie zostały wytworzone w tej ognistej masie chmur, która wytworzyła tak niezwykle grzmot, lub, co jest równie nieprawdopodobne, zostały wyrzucone z Wezuwiusza na odległość najmniej 250 mil; osądz więc ich parabolę.*” Chociaż te dwie opcje proponowano niechętnie i określano je jako „*nieprawdopodobne*”, jednak myślał, że kamienie



Wold Cottage tak jak wygląda dziś i jak prawdopodobnie wyglądał w XVIII wieku.

powinny mieć pozaziemskie pochodzenie uważano za jeszcze bardziej nieprawdopodobną, i z tego powodu nie zasługiwała na uwagę ze strony obu uczonych dżentelmenów. Hamilton proponował: „*...czyż nie mogły popioły [Wezuwiusza] być wyniesione ponad terytorium Sanese, i miesząc się z burzową chmurą, zostać razem zebrane jak gradowe kulki są czasami zbierane w grudy lodu, w której to postaci spadają; i czy zewnętrzne zeszkliwienie tych grudek zakumulowanej i stwardniałej materii wulkanicznej nie mogło być spowodowane przez działanie na nie wulkanicznych cieczy?*”

Historia meteorytu Sjena, i towarzyszące jej spekulacje, szybko przekroczyły Kanał La Manche i dotarły do uszu pewnego kapitana Edwarda To-

phama z Yorkshire, właściciela posiadłości Wold Cottage. W osiemnastowiecznej Anglii Topham był wielce szanowanym dżentelmenem i wiódł żywot człowieka renesansu. Wyróżnił się w służbie wojskowej dla Korony, wydawał gazety, hodował mistrzowskie charty, był człowiekiem Litery i Teatru; w skrócie Topham odnosił spektakularne sukcesy właściwe w każdej działalności jaką wybrał. Jednakże w grudniu 1795 roku, osobliwe zdarzenie, którego nie mógł sobie wyobrazić, wybrało jego.

Siódmego stycznia 1796 roku *London Chronicle* opublikowało co następuje: „*W niedzielę trzynastego bm. o trzeciej po południu ... najpierw słyszano hałas, przypominający wystrzały dwóch wielkich dział, jeden następujący po drugim w odstępie pół minuty, i natychmiast potem dudnienie; wydawał się obierać kierunek ze wschodu na zachód, w tej samej chwili wypadł z przestrzeni kamień, ważący 55 funtów o jakieś 200 jardów od Wold Cottage w pobliżu Woldnewton, rezydencji kapitana Tophama, i nie więcej jak trzydzieści jardów od trzech jego służących, którzy zabawiali się na polu w tym samym czasie; z powodu prędkości upadku kamień zarył w ziemię na głębokość 18 cali; był ciepły gdy spadł, na zewnątrz bardzo czarny i czuć go było siarką ...*”

W tym dramatycznym momencie sam Topham był na nieszczęście w Londynie, jednakże natychmiast wrócił do swojej posiadłości i polecił przesłuchać i zweryfikować opowieści naocznych świadków. Pracownik Tophama John Shipley zeznał, że był



Meteoryt Wold Cottage (chondryt zwyczajny L6).

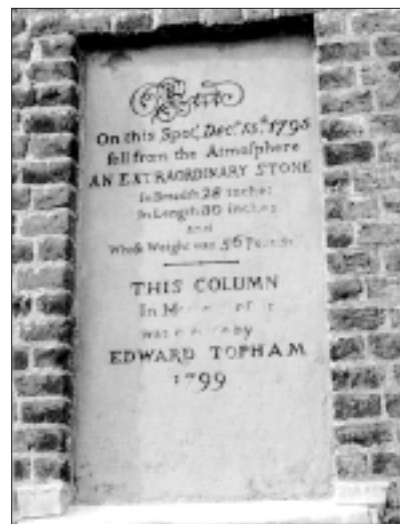
mniej niż trzydzieści stóp od miejsca upadku. Koledzy pracownicy George Sawdon, James Watson, Luke Wilson i dziecko z sąsiedztwa, William Prestin, wszyscy przedstawili potwierdzające relacje tego dziwnego zjawiska. W tym miejscu odegrała rolę solidna reputacja Tophama; jego staranne śledztwo i wynikający z niego nacisk na prawdziwość opowiadań jego służących, połączone z jego ówczesną pozycją szanowanego sędziego, było dużym problemem dla tych, którzy ciągle traktowali takie doniesienia jako dziwaczne wymysły bujnej wyobraźni. Topham napisał: „Wszyscy ci świadkowie, którzy widzieli, jak to spadało, zgadzają się idealnie w swoich relacjach, w jaki sposób to spadło, i że widzieli ciemne ciało przelatujące przez powietrze i w końcu uderzające w ziemię: i chociaż znając ich sytuację i charakter w życiu wiedziałem, że nie mieli żadnego powodu przedstawiać szczegółowo fałszywych relacji tej sprawy, czując pragnienie zapewnienia tej sprawie możliwie największego stopnia autentyczności, jako sędzia wziąłem ich zeznania pod przysięgę natychmiast po powrocie na wieś. Nie widziałem też powodu wątpić w żadne z ich świadectw po tak bardzo wnikliwym śledztwie.” Gdy mimo to słynny francuski uczony Guillaume Deluc nadal wyrażał sceptycyzm co do historii pochodzącej od zwykłych robotników, Topham zareagował chłodno, „... Ja ani mam czas ani skłonność zmuszać do oszustwa kogokolwiek; ani naprawdę nie narażałbym pochopnie swojego nazwiska, bez bardzo szczegółowego i bardzo dokładnego śledztwa” i dodał z triumfem, „... ty Panie sam musisz odpowiedzieć na to wyzwanie. Sobie jeden tylko problem więcej powinienem dać; wznesienie kolumny na miejscu, gdzie Kamień spadł, w celu uwiecznienia dla tych, którzy w przyszłości mogą oglądać miejsce, gdzie wystąpiło takie wydarzenie. Jeśli więc miałbym potwierdzać oszustwo, musiałbym być rzeczywiście słaby, abym miał ... uwieczniać moją łatwowierność dla potomności. Lecz widziałem dość świata, by nie być tak nierozsądnym”.

Więści o kamieniu Tophama rozeszły się szybko. Kamień został przewieziony do Londynu, gdzie udostępniono go za opłatą publiczności. Wytworne damy i dżentelmeni z angielskich wyższych sfer chętnie płacili szylinga, aby móc zobaczyć ten niezwykle kamień



Autor przy pomniku Wold Cottage.

i zastanawiać się nad jego pochodzeniem. A prawda o jego pochodzeniu zaczęła teraz nabierać ostrości. W 1772 roku, niemiecki przyrodnik Peter Pallas wyjechał na Syberię i zbadał krasnojarski kamień (później sklasyfikowany oficjalnie jako „pallasyt”), o którym rdzenni Tatarzy mówili, że spadł z nieba. Pallas zaobserwował dziwne oliwinowe inkluzje we wnętrzu skały i osobiście spaloną powierzchnię. Dwadzieścia dwa lata później w 1794 roku (tylko jeden rok przed spadkiem Wold Cottage), niemiecki naukowiec Ernst Friederick Chladni opublikował krótką rozprawę *O pochodzeniu Żelaza Pallasa i innych podobnych do niego, i o niektórych podobnych zjawiskach przyrody*, która proponowała radykalną ideę pozaziemskiego pochodzenia. Jego wnioski początkowo spotkały się z bardzo niewielką aprobatą naukową a nawet bezpośrednią wrogością, ale gdy potwierdzające dowody zaczęły spadać z nieba z wzrastającą regularnością i gdy wiarygodność relacji zaczęła wzrastać, naukowa dezaprobatą zaczęła słabnąć. Nie tylko relacje naocznych świadków stawały się bardziej prawdopodobne, lecz skład odnajdowanych kamieni wykazywał uderzające podobieństwa. Praca Pallasa i Chladniego częściowo skłoniła angielskiego chemika Charlesa Howarda (1774–1816) do analizy zasadniczo różniących się kamieni z bardzo odległych spadków, włączając Sienę (LL5), Campo del Cielo (IAB), Benares (LL4), i Krasnojarsk Pallasa (PAL). Howard stwierdził, „Po pierwsze mają one wszystkie piryty szczególnego charakteru. Po drugie mają one wszystkie powłokę czarnego tlenku żelaza. Po trze-



cie wszystkie zawierają stop żelaza z nikiem.” Narodziła się nauka zajmująca się meteoritami. I jak na zawołanie dwa kolejne spadki ostatecznie przypieczętowały sprawę. Jeśli wśród zatwardziałej starej gwardii naukowców spotykało się jeszcze niedowierzanie i kpiny w stosunku do pozaziemskich kamieni, wszystko zmieniło się 26 kwietnia 1803 roku. Deszcz więcej niż 3 000 kamieni spadł w biały dzień w pobliżu miasta L'Aigle we Francji. Nie można było dłużej lekceważyć tych doniesień traktując je, jako wytwór żądnych sensacji kuglarzy lub figlarnych pracowników polowych. Francuska Akademia Nauk poleciła zdolnemu, 29 letniemu, francuskiemu fizykowi Jean-Baptiste Biotowi napisanie artykułu tłumaczącego wydarzenie w L'Aigle. Jego późniejsza sensacyjna publikacja była chyba ostatecznym ciosem i naukowa akceptacja meteorytów została na zawsze ustanowiona.

Meteoryt Weston był pierwszym wkładem Nowego Świata do porastającej w pióra nauki. Przybył 14 grudnia 1807 roku do hrabstwa Fairfield w Connecticut, USA. Powiadomiony o wydarzeniu i o tym, że dwóch profesorów z Yale wierzy, iż to może mieć pozaziemskie pochodzenie, nadal sceptycznie nastawiony Thomas Jefferson wypowiedział podobno pamiętne słowa „Łatwiej uwierzyć, że dwóch amerykańskich profesorów mogłoby kłamać, niż że kamienie mogłyby spadać z nieba!”

Teraźniejszość

Ceglany pomnik kapitana Tophama wciąż strzeże pola Wold Cottage, a ostatnio został starannie odnowiony przez kamieniarza i eksperta od Tophama

ma Davida Mooneya, aby usunąć skutki ponad dwustu lat niemiłej pogody. Pomnik jest także otoczony opieką przez *English Heritage*. Przyjemny spacer do pomnika prowadzi przez urozmaicone pola porośnięte przez zmieniające się uprawy. Rob i Irena odwiedzili pomnik wcześniej i starannie przygotowali mnie do wycieczki wyposażając w chyba największe na świecie gumowe buty. Ale mieliśmy szczęście – pogoda się utrzymała; żadnego deszczu znaczy żadnego błota. Pomnik jest pięknym obeliskiem, murowanym z cegły, z dużą inskrypcją na jednej stronie, potwierdzającą miejsce i opisującą kamień. Ci kolekcjonerzy i entuzjaści, którzy mają pojęcie o wadze i stosownych do niej proporcjach, mogą być chwilowo zaskoczeni rozmiarami przypisanymi 56 funtowemu kamieniowi: „szeroki na 28 cali, długi na 30 cali.” Rozmiary te faktycznie były obwodem mierzonym wokół kamienia, a nie dwuwymiarową długością i szerokością. Ociągaliśmy się trochę z powrotem, spędzając całkiem długą chwilę w sąsiedztwie pomnika i dumając nad wydarzeniami owego grudniowego dnia 1795 roku. Gdy słońce opadło za falistą rolniczą krainę, pomaszerowaliśmy spokojnie z powrotem do wspaniałego hotelu Katriny i Dereka, i cieszyliśmy się wyśmienitym obiadem wśród antyków i aksamitu pokoju jadalnego.

Następnego ranka, po smacznej „fry-up” w uroczej jadalni (i po, według opinii większości, narodowo-skrzywionej debacie o względnych zaletach „czarnego puddingu”), udaliśmy

się do Londynu i legendarnego Natural History Museum, obecnego domu meteorytu Wold Cottage. Chociaż byliśmy zawiedzeni, że dr Monica Grady i dr Sara Russell są tego dnia poza biurem, przejęci byliśmy spotkaniem z dr Robertem Hutchisonem, współautorem *Catalogue of Meteorites*, który jest z pewnością Biblią meteorytów i ich klasyfikacji. Dr Hutchison, który osiągnął wśród kolekcjonerów meteorytów coś zbliżonego do statusu gwiazdy rocka, podarował mi egzemplarz swojej książki *Meteorites: The Key to Our Existence* wraz z autografem. Dr Hutchison i dr Caroline Smith zaprosili nas na niezapomniany lunch, po którym mieliśmy szczęście doświadczyć obszernej wycieczki „od kuchni” po całej instytucji. Widzieliśmy toczące się badania z zastosowaniem instrumentów naukowych będących na granicy dzieł sztuki i otrzymaliśmy pełną lekcję na temat badania i klasyfikowania meteorytów od dr Smith. Także Babs Potter łaskawie umożliwiła nam jedno spojrzenie po drugim do magicznych szuflad i półek które zawierają potężną kolekcję NHM. Okazy meteorytu Orgueil rozmiaru piłki baseballowej, potem klocek Shergottytu, sporych rozmiarów płytka księżycowego Dar al Gani 262, wreszcie ogromna pięćka Estherville; pokazywano nam jedno cudo po drugim. Nie trzeba dodawać, że niezliczone okazy NHM są śmietanką wśród zbiorów meteorytów, zarówno pod względem ilości jak i jakości. Jesteśmy wdzięczni dr Smith, dr Hutchisonowi i pani Potter za najbardziej pamiętne popołudnie. Lecz chy-

ba prawdziwą gwiazdą Natural History Museum tego szczególnego dnia był sam meteoryt kamienny Wold Cottage L6. Staruszka jest wystawiona na pokaz w zapieczętowanej szklanej gablocie w głównej sali meteorytowej, sali dla zwiedzających Muzeum. Po odwiedzinach w miejscu lądowania, stosownym zakończeniem wycieczki było obejrzenie tego wspaniałego szarego, dziobatego, pokrytego skorupą kamienia. Poczulem jak moja osobista wyprawa w historię meteorytu Wold Cottage zatoczyła pełne koło.

Jest wiele pielgrzymek na świecie, które meteorytowi entuzjaści mogą odbyć: Kościół i Ratusz w Ensishheim, z pewnością Krater Meteorowy w Arizonie, lecz wśród nich z pewnością musi być Wold Cottage ze swoim trwałym pomnikiem.

Literatura

Roger Osborne, *The Floating Egg; Episodes in the Making of Geology*, Jonathan Cape, 1998.

O. Richard Norton, *The Cambridge Encyclopedia of Meteorites*, Cambridge University Press, 2002.

<http://www.woldcottage.com>, Derek and Katrina Grey

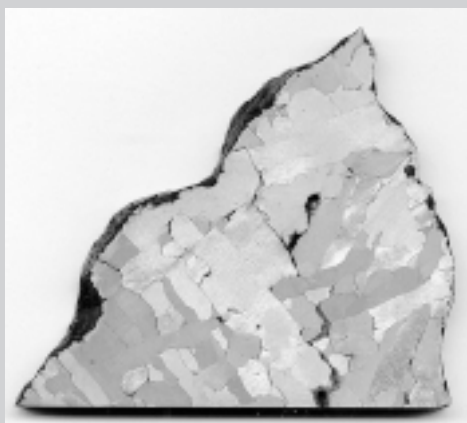
<http://fernlea.tripod.com/woldcottage.html>, Rob Elliott

The Helperthorpe Reference: www.helperthorpe.freemove.co.uk/intro.htm

J. Gregory Wilson jest miłośnikiem i kolekcjonerem meteorytów mieszkającym w Santa Monica w Kalifornii. Można skontaktować się z nim pod sharkkb8@aol.com



ASPMET oferuje:



Płytki Campo del Cielo po 1 zł za gram

<http://jba1.republika.pl/aspmet.htm>

e-mail: aspmet@wp.pl

Zaproszenie do udziału w Meteorytowej Grupie Dyskusyjnej

Meteorytowa Grupa Dyskusyjna (MGD), to działające za pośrednictwem poczty elektronicznej internetowe forum wymiany informacji pomiędzy kolekcjonerami i miłośnikami meteorytów. MGD pośredniczy w informowaniu o spotkaniach kolekcjonerów, terminach giełd i wystaw związanych z meteorytami oraz o wszelkich nowościach w branży. Jeżeli jesteś zaawansowanym kolekcjonerem lub poszukiwaczem meteorytów wymień swoje opinie z innymi osobami. Jeżeli jesteś początkującym miłośnikiem meteorytów zadaj pytania i poproś o porady bardziej doświadczonych kolegów. Jeżeli jesteś dealerem meteorytów lub sprzętu do poszukiwań przedstaw swoją ofertę. Jeżeli chcesz sprzedać lub wymienić okazy ze swojej kolekcji poinformuj o tym innych członków Grupy. Jeżeli znalazłeś podejrzaną kamień, który Twoim zdaniem może być meteoritem napisz o tym, pokaż zdjęcie i zapytaj o opinię. Jeżeli szukasz jakichkolwiek informacji związanych z meteorytami poproś o pomoc. Szczegóły pod adresem – www.mgd.z.pl

Jarosław Bandurowski

Meteorytowe pierwiastki w brekcji piaskowca z obszaru szkliwa Pustyni Libijskiej

Aly A. Barakat

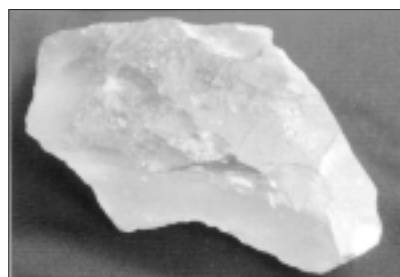
(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 4. Copyright © 2003 Pallasite Press)

29 grudnia 1932 r. Patrick A. Clayton powiadomił naukowców o atrakcyjnej materii o jakości jubilerskiej z południowo zachodniego Egiptu. Materia ta jest znana jako Szkło Libijskie, Szkliwo Pustyni Libijskiej, szkliwo krzemionkowe Pustyni Libijskiej i szkliwo krzemionkowe. Szkło Libijskie jest unikalną, naturalną materią o atrakcyjnej zielonej i żółtozielonej barwie, składającą się niemal całkowicie z krzemionki (ok. 96% SiO_2). Jej ciężar właściwy jest 2,2 a twardość około 6 w skali Moh'a. Liczne badania pokazały, że uformowała się ona około 28,5 milionów lat temu.

Szkliwo Pustyni Libijskiej występuje w postaci różnej wielkości bryłek od kilku milimetrów do około 50 cm maksymalnej średnicy, na powierzchni obszaru na południowo zachodnim skraju Wielkiego Morza Piasku, Zachodniej Pustyni Egiptu, między szerokością $25^\circ 02'$ a $26^\circ 13'$ N oraz długością $25^\circ 24'$ a $25^\circ 55'$ E. Obszar ten składa się z piaskowca późnej kredy pokrytego warstwą piasku i rozległych pól wydym piaszczystych. Poszczególne wydmy mają około 100 m wysokości i dziesiątki kilometrów długości. Oddzielają je korytarze o szerokości 2 do 5 km. Bryłki szkliwa leżą na powierzchni tych korytarzy między wydymami wraz ze żwirem, dobrze obtoczonymi ziarnami, kamykami i kamieniami z kwarcu i innych krzemionkowych skał włącznie ze skamieniałym drewnem i fulgurytami (rurki piasku stopionego przez pioruny).

Pochodzenie Szekliwa Pustyni Libijskiej jest przedmiotem dyskusji i zainteresowania. Powstało kilka hipotez dla wyjaśnienia, jak ono powstało. Proponowano pochodzenie ziemskie i pozaziemskie, formowanie w wysokiej i w niskiej temperaturze. Istnieje jed-

nak ogólna tendencja do uważania, że Szkło Libijskie powstało w wyniku stopienia miejscowego piaskowca przez ciepło wytworzone w wyniku uderzenia ogromnego ciała niebieskiego, np. planetoidy lub komety. Brak dowodów uderzenia meteorytu na obszarze występowania Szekliwa Libijskiego skłonił niektórych badaczy pochodzenia tego szekliwa do sugerowania, że powstało ono w Libii i zostało przetransportowane do obecnego miejsca. Jednak ten pogląd jest czystą spekulacją i nie ma podstaw naukowych, ponieważ meteorytowe pochodzenie kołowych struktur w Libii nie jest dowiedzione. Ostatnie odkrycia górkę centralnej, złoża żelaza, chalcedonu, megaskopowej



Ważący 350 g okaz Szekliwa Pustyni Libijskiej z kolekcji redaktora Meteorite. Fot. Averil Schiff.

brekcji piaskowca, deformacji szokowych kwarcu w piaskowcach i wysokociśnieniowych minerałów (diamentów) w obszarze występowania Szekliwa Libijskiego wskazują na uderzenie meteorytu z ogromną prędkością.

Badania petrograficzne poparte analizami EDS minerałów tworzących brekcję (brekcja Qaret el Hanish w południowo-wschodniej części obszaru) pokazały, że zawiera ona mikroziarna diamentu, moissanitu i ilmenitu magnezowego. Te minerały są pochodzenia meteorytowego i wskazują na włączenie w brekcję materii meteorytowej.

Ponadto analizy metodą aktywacji neutronów (INAA) próbek z wychod-

ni megaskopowych brekcji piaskowca z obszaru Szekliwa Libijskiego wykazały obecność dość wysokiej koncentracji irydu (Ir). Zawartość irydu w różnych próbkach brekcji mieści się w przedziale od 1,6 części na miliard (ppb) do 2,1 ppb. Oprócz wysokiej zawartości irydu stwierdzono w tych skałach dość wysoką zawartość Ni (9 do 83 ppm) i Cr (do 260 ppm). Nie ma żadnej aktywności magmowej w tym obszarze ani w jego bliskim sąsiedztwie, która by wyjaśniała te dość wysokie wartości Ni i Cr.

Odnotowana wysoka zawartość Ir w tych skałach ma istotne znaczenie. Według uzyskanych danych podczas uderzenia meteorytu z ogromną prędkością, różne ilości meteorytowej materii dodawane są do skał przyjmujących uderzenie. Prowadzi to do zauważalnego wzbogacenia skał w pierwiastki wskazujące na meteorytowe pochodzenie. Na przykład ilość pierwiastków z grupy platyny (PGE, np Ir, Os, Pt, Pd) jest o kilka rzędów wielkości większa w meteorytach (chondrytach i meteorytach żelaznych) niż w skałach skorupy ziemskiej. Chondryty zawierają około 400-800 ppb Ir lub Os, podczas gdy średnia zawartość Ir i Os w skorupie wynosi tylko 0,02 ppb. Koeberl pokazał, że dodanie około 0,1% wagowo składnika chondrytowego do skał skorupy ziemskiej skutkuje dodaniem 0,4 ppb Ir do wartości tła. Wobec tego wzbogacenie w PGE (zwymie w iryd) brekcji impaktowej jest dobrym dowodem uderzenia meteorytu.

Te nowe wyniki wspierają wspomniany wyżej pogląd, że w ten obszar uderzył z ogromną prędkością wielki meteoryt i z tym związane jest powstanie Szekliwa Libijskiego około 28,5 milionów lat temu.

Egyptian Geological Survey

Wrostki wysokotemperaturowych minerałów w chondrytach węglistych

O. Richard Norton

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 4. Copyright © 2003 Pallasite Press)

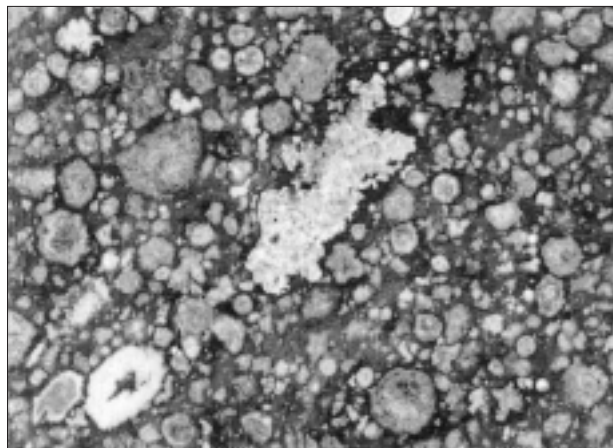
W ostatnim numerze *Meteorite* zrobiliśmy sobie przerwę i uraczyliśmy czytelników galerią obrazów płytek cienkich przy skrzyżowanych polaroidach. Pewien recenzent *Cambridge Encyclopedia of Meteorites* delikatnie krytykował autora za faworyzowanie zdjęć z mikroskopów optycznych, zwłaszcza robionych przy skrzyżowanych polaroidach, z powodów bardziej estetycznych niż pomagających rozpoznawać minerały. Miał na myśli być może bardziej czytelne czarno-białe obrazy z mikroskopów elektronowych, których pełno w naukowych czasopismach. Muszę przyznać się, że pociągają mnie te bogate barwy i formy i jako dzieła sztuki i jako obiekty naukowe. Nie widzę w tym nic złego, gdyż jest to wspaniały przykład piękna w świecie nauki. W tym numerze przyjrzymy się bardziej „bezbarwnym” obrazom inkluzji występujących w chondrytach wracając do czarno-białego świata meteorityki.

Na każdym kontynencie Ziemi rozrzucone są pozostałości ciał z najwcześniejszej skondensowanej stałej materii wytworzonej w stygnącej mgławicy słonecznej 4,56 miliarda lat temu. Te pozostałości przybywają do nas uwię-

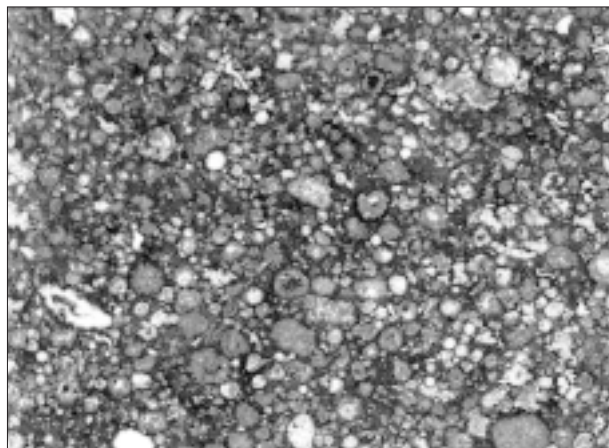
zione w niektórych chondrytach. Nazywamy je ogniotrwałymi inkluzjami. Określenia „ogniotrwały” używa się w stosunku do inkluzji lub minerału, które są stabilne w wysokich temperaturach. Minerały ogniotrwałe mają wysokie temperatury parowania i krystalizacji (kondensacji) i uważa się je za pierwsze minerały, które kondensowały z gazów mgławicy słonecznej. Inkluzje te często nazywa się wrostkami wapniowo-glinowymi czyli CAI (Calcium Aluminum Inclusions). Przed rokiem 1969 niewiele było badań tych tajemniczych wrostków. W 1969 r. spadł Allende (zob. *Meteority* ?/1999 str. xx). Jest to chondryt węglisty typu CV3.2, który był bardzo rzadkim typem meteorytu, póki w środkowym Meksyku nie spadły ponad dwie tony pokrywając obszar rozrzutu o powierzchni ponad 150 kilometrów kwadratowych. Geolodzy ze Smithsonian Institution pognali na teren spadku i w ciągu około tygodnia zebrali setki meteorytów, niektóre wielkości kantalupy. Dzięki spadkowi Allende meteorityka zrobiła ogromny krok naprzód.

Duże okazy rozpadły się przy uderzeniu w ziemię na kawałki jak zbyt dojrzałe melony ukazując świeżą, szarą skalę zawierającą milimetrowej wiel-

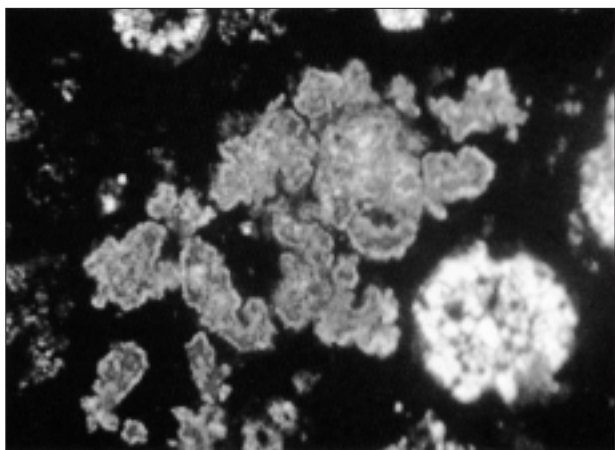
kości chondry; niektóre miały średnice nawet 25 mm. Zajmowały one około 30% objętości okazu. Równie duże wrażenie sprawiały jednak dość duże, nieregularne, białe i różowobiałe wrostki, CAI, rozsiane między chondrami (fot. 1 i fot. 2). Tylko w Allende spotykamy duże ilości tych centymetrowej wielkości inkluzji zajmujących do 10% objętości meteorytu. Występują one także, choć mniej licznie, w chondrytach CO i CM i są obecne, choć rzadko, w chondrytach zwyczajnych i enstatytowych. Mają charakterystyczne formy i ostro kontrastują z tłem kulistych chondr i szarej masy skalnej w chondrytach CV3. Mają tendencję do przybierania różnych kształtów; niektóre wyglądają jak chondry gdy inne tworzą obwódki otaczające chondry. Jeszcze inne występują jako luźne, nieregularne skupienia oliwinu o przekroju przypominającym ameby, nazywane często amebowymi skupieniami oliwinu (AOA — Ameboid Olivine Aggregate). Nie są one w istocie prawdziwymi CAI, ponieważ zawierają głównie oliwin, ale takie skupienie często występuje jako mieszanina oliwinu i drobnoziarnistych minerałów ogniotrwałych podobnych do CAI. Aby zaliczyć ją do oryginalnych CAI inkluzja musi zawie-



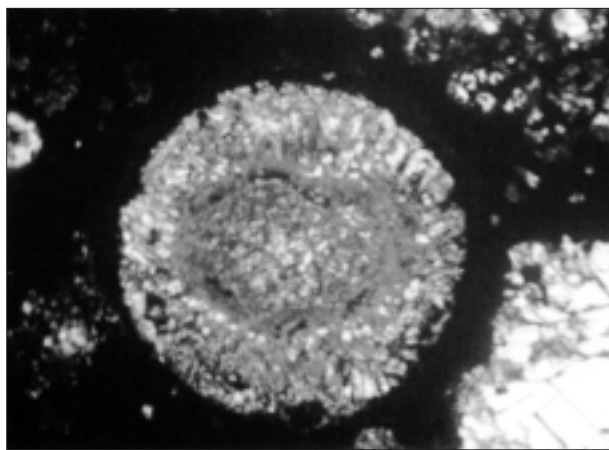
Fot. 1. Szczegóły struktury w płytce chondrytu węglistego Allende CV3.2. Około 30% objętości stanowią chondry widoczne tu jako kuliste twory osadzone w szarej masie skalnej. Białe, nieregularne ziarna, to CAI zajmujące około 10% objętości okazu. Szerokość pola widzenia około 85 mm. Największa chondra ma około 4 mm średnicy.



Fot. 2. Jest to płytka chondrytu węglistego CV3.0 Axtell ukazująca pole wyraźnie widocznych chondr i blisko środka inkluzję wapniowo-glinową o długości 9 mm. CAI podobna do chondry jest w lewym dolnym rogu. (Fot. Institute of Meteoritics, University of New Mexico).



Fot. 3. Podobna do serpentynu, drobnoziarnista CAI, jedna z wielu odmian strukturalnych widzianych w chondrycie węglistym Allende. Zauważmy na zewnętrznej części obwódkę z drobnoziarnistej materii, prawdopodobnie melilitu. Inne minerały są zbyt małe, by rozpoznać je przy tym powiększeniu. Najdłuższy wymiar struktury to około 0,9 mm. Zdjęcie w świetle spolaryzowanym.



Fot. 4. CAI podobna do chondry z widocznymi warstwami ogniotrwałych minerałów. Ostrza kryształów białego anortytu w zewnętrznej części zwrócone są promiennie ku środkowi. Drobne kryształki zajmujące centralną część uwarstwionej struktury są zbyt małe, by były wyraźnie widoczne, ale jest to prawdopodobnie gehlenit, jedna z odmian melilitu. Wszystkie minerały mają mały współczynnik załamania. Zdjęcie w świetle spolaryzowanym. Chondra ma około 1,2 mm średnicy.

rać bardzo ogniotrwałe materiały. Mogą to być tlenki i krzemiany. Główne minerały tego typu to melilit, hibonit, spinel, perovskit, fassait i anortyt. Uważa się, że te minerały były wśród pierwszej stałej materii kondensującej w najwyższych temperaturach, która wytrącała się z mgławicy słonecznej zanim uformowały się planety. Niektóre z tych minerałów przeobraziły się w minerały wtórne jak nefelin i sodalit, by wymienić tylko kilka. Ciekawe, że istnieje kilka procent chondr składających się głównie z minerałów ogniotrwałych. Ich warstwowa struktura jest zupełnie niepodobna do chondr oliwinowych czy piroksenowych tak powszechnie spotykanych w chondrytach zwyczajnych i węglistych (Fot. 4).

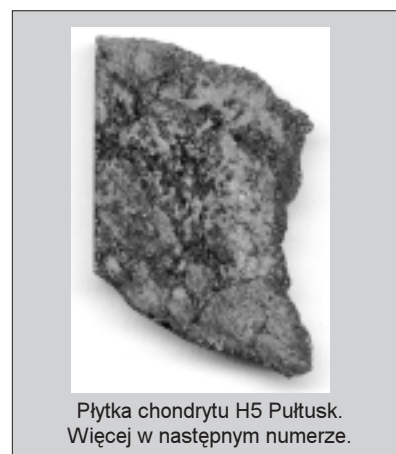
Najbardziej niezwykłymi CAI są te, które mają wydłużone kształty, podobne do serpentynu. Mogą one osiągać długość kilku czy kilkunastu milimetrów. Otaczają je często wielowarstwowe obwódki składające się z jednej do trzech warstw wymienionych wyżej minerałów ogniotrwałych. Obwódki mają grubość tylko od pięciu do dziesięciu mikrometrów. Pod mikroskopem petrograficznym niektóre CAI i ich obwódki są zbyt drobnoziarniste, by wyraźnie zobaczyć ich strukturę, podczas gdy w innych struktura jest bez trudu widoczna. Klasyfikuje się je odpowiednio jako drobnoziarniste i gruboziarniste (fot. 3). Zaproponowano jeszcze bardziej złożoną klasyfikację, ale nie została dotąd zaakceptowana przez większość meteorytowej społeczności.

W ostatnich latach CAI odgrywają coraz ważniejszą rolę w naszym rozumieniu procesów w młodej mgławicy słonecznej. Wśród wielu minerałów tworzących CAI jest plagioklaz wapniowy, anortyt ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Niemal cały glin w tym plagioklazie składa się ze stabilnego izotopu glin-27. W młodej mgławicy słonecznej występował jednak także radionuklid glin-26, chociaż w niewielkiej ilości w porównaniu ze stabilną postacią. Jego ilość podaje się zwykle w postaci stosunku glinu-26 do glinu-27 czyli $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al} = 5 \times 10^{-5}$. Oznacza to jedną część glinu-26 na każde 20000 części jego stabilnego izotopu, glinu-27. Z radionuklidów używanych do datowania meteorytów glin-26 ma najkrótszy czas połowicznego rozpadu przechodząc w jego stabilny pochodny izotop magnez-26 w ciągu zaledwie 720000 lat. Glin-26 nie występuje już w CAI, ponieważ już dawno się rozpadł. W jego miejscu znajduje się stabilny magnez-26, pierwiastek rzadko spotykany w ziemskim anortycie. Co najważniejsze magnezu-26 nie spotyka się w chondrach. Uważa się, że glin-26 powstał w wyniku eksplozji supernowej, która nastąpiła bardzo blisko mgławicy słonecznej, tak że dotarł do mgławicy w ciągu około miliona lat, w samą porę by zostać włączonym do struktury krystalicznej anortytu kondensującego z mgławicy słonecznej zanim się rozpadł. Chondry nie pozyskały glinu-26 po prostu dlatego, że rozpadł się on, zanim chondry się utworzyły. Odstęp czasu między kondensacją CAI i formowaniem się chondr nie mógł być

większy niż cztery czy pięć okresów połowicznego rozpadu pierwotnego glinu-26 czyli najwyżej 2-3 miliony lat. Sugeruje to silnie, że CAI są o kilka milionów lat starsze od chondr. CAI należą do najstarszej materii utworzonej w Układzie Słonecznym i są młodsze tylko od międzygwiazdowych diamentów, także wytworzonych w eksplozji supernowej.

Mozemy więc wszyscy zgodzić się, że CAI nie są tak ładne pod mikroskopem petrograficznym, ale z naukowego punktu widzenia są jak błyszczące klejnoty. Mówią nam o warunkach istniejących w mgławicy słonecznej w najdawniejszym możliwym czasie, miliony lat przed uformowaniem się planet. Pokazują nam także *odstęp formowania* między dwoma rodzajami najwcześniej uformowanej materii: CAI i chondrami. Ten odstęp pozostaje najlepszym rozróżnieniem dwóch zjawisk formowania w młodym Układzie Słonecznym.

dwz



Płytkę chondrytu H5 Pultusk. Więcej w następnym numerze.

Tektyty południowo-wschodniej Azji

Colin Wayne Carslake

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 4. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Szkoda, że nie znaleziono źródłowego krateru uderzeniowego dla ogromnego obszaru rozrzutu australoazjatyckich tektytów, chociaż zlokalizowano prawdopodobne kratery źródłowe dla trzech innych obszarów rozrzutu. Brane jest pod uwagę Tonle Sap, kambodżańskie „wielkie jezioro”, a także rozważa się możliwość istnienia podwodnego krateru gdzieś w Morzu Południowochińskim. Jeśli kiedykolwiek i gdziekolwiek to doniosłe znalezisko zostanie dokonane, powinno być decydującym argumentem, czy tektyty są pochodzenia ziemskiego czy pozaziemskiego. To na podstawie mego przekonania o słuszności ziemskiej teorii uderzeniowej badam te wyjątkowe, zaraźliwe, czasem piękne a czasem brzydkie bryłki szkła i w trakcie tego staję się bardziej zafascynowany tektytami niż jakąkolwiek inną skałą ziemską lub pozaziemską.

Jak wskazuje tytuł tektyty południowo-wschodniej Azji znajdowane są w południowych Chinach, Laosie, Wietnamie, Kambodży i Tajlandii. Obszar ich występowania rozciąga się dalej na Półwysep Malajski, Borneo,

Filipiny, część archipelagu Indonezji aż do Australii włącznie z Tasmanią. Związane z nim pole mikrotektytów obejmuje ogromny obszar rozciągający się niemal aż do Madagaskaru.

Tektytu południowo-wschodniej Azji, w większości przypadków uważa się od dawna za „ubogich krewnych” w świecie tektytów. To prawda, że nie zawsze wytrzymują porównanie z urodą przezroczystych georgiitów czy wspaniałe rzeźbionych wóławitów, szczególnie tych z Besednic. Jednak mając i podziwiając billitonit z całym jego pięknem czy mały kamyk o gładkiej powierzchni z wyspy Flores w Indonezji można uświadomić sobie, że one także są czymś odmiennym i wyjątkowym, godnym badania i kolekcjonowania. Tektyty południowo-wschodniej Azji i Australii pochodzą z jednego jak dotąd obszaru rozrzutu, na którym wyraźnie występują wszystkie cztery rodzaje związane z formowaniem tektytów: Muong Nong czyli uwarstwione, rozbryzgowe, ablacyjne i mikrotektyty, co sprawia, że ich badanie jest jeszcze ciekawsze i ważniejsze.

Ogólne pokrewieństwo wszyst-

kich tektytów południowo-wschodniej Azji ze sobą wzajemnie jest dobrze zbadane i udokumentowane, więc poświęćmy zamiast tego trochę czasu na przyjrzenie się niektórym mniej znanym miejscom, gdzie znajdowane są tektyty i związanym z nimi ciekawym opowieściom. Mam nadzieję, że w trakcie tego lepiej je poznamy i docenimy.

Kolekcjonowanie tektytów rozpocząłem około 8 lat temu, gdy po raz pierwszy kupiłem 11 indochinitów z południowych Chin. Kilka z nich wciąż jest ważnymi okazami w moim zbiorze, ponieważ trudno o lepsze pod względem kształtu i rzeźby powierzchni. Poza tym były one pierwszymi, a ja jestem trochę sentymentalny. Skłoniły mnie do działania i chciałem dowiedzieć się więcej o nich i w ogóle o tektytach. Obecnie moja kolekcja jest większa, ale wciąż jest stosunkowo mała w porównaniu z większością zbiorów. Skoncentrowałem się bardziej na jakości niż na ilości. Także opowieści zebrane w tym czasie okazały się równie interesujące i rzeczywistość zwiększyła wartość i autentyczność okazów. Na przykład na targach minerałów kilka lat temu stwierdziłem ze zdziwieniem, że azjatycki dealer sprzedaje pięknie uformowany tektyt w kształcie lży z Mong Ton w Myanmarze (dawniej Birma). Wyglądał nieco inaczej niż większość tajlandytów czy innych tektytów południowo-wschodniej Azji więc natychmiast go kupiłem. Gdy spytałem go o pochodzenie, powiedział, że jego rodzina mieszkająca w północno-zachodniej Tajlandii spotyka się czasem z krewnymi mieszkającymi tuż za granicą w Myanmarze, którzy uważali ten kamień za coś szczególnego i dali mu go w prezencie. Dla niego nie miał on widać takiego znaczenia, jak dla nich, bo inaczej by go nie sprzedał.



TYBETANIT, NEPALIT i tektyt z MYANMARU

Innym razem, na innych targach, pewien dealer miał na sprzedaż owalny tektyt z Lamag, Sabah w Malajzji. Nie miał on żadnej szczególnej struktury, ale przypominał Filipinit gładką powierzchnią o delikatnej rzeźbie. Pozostał on mym jedynym okazem z wyspy Borneo, chociaż z północno-wschodniego końca wyspy.

Dobrze znany i ceniony australijski dealer minerałów miał w swych gablotach duży wybór tektytów i zwróciłem uwagę na kilka z podanymi nietypowymi lokalizacjami. Najpierw powątpiewałem w ich autentyczność. Ten człowiek jest jednak godnym zaufania i gdy opowiedział o nich i w jaki sposób je zdobył, nabrałem większej pewności, że są autentyczne. Nepal w żadnym wypadku nie jest prawdopodobnym źródłem tektytów, ale obecnie dwa lśniące tektyty z Nepalu zajmują szczególne miejsce w mojej gablocie. W końcu jeśli tektyty zostały podobno znalezione w Tybecie, to dlaczego nie mogłyby być „po sąsiedzku” w Nepalu? Póki nikt nie udowodni, że jest inaczej, pozostają dość pewnym ich autentyczności ze względu na zaufanie do dealera. Miał on także małą kolekcję lśniących tektytów z prowincji Pahang w Malajzji i one także dołączyły do mojego zbioru.

Nic jednak nie prześcignie dnia, kiedy stałem się dumnym posiadaczem dwóch billitonitów, jawanitu i tego małego orzeszka z Flores z lekko zaostrozonym końcem. W odpowiedzi na ogłoszenie, jakie umieściłem, by wymienić informacje i okazy z innymi kolekcjonerami, zadzwoniła pewna pani i zaproponowała spotkanie w po-



**BILLITONITY, JAWANIT,
tektyty z FLORES i BORNEO**

bliskiej kawiarni, by pokazać kilka tektytów. Starając się nie okazać podniecenia przywitałem się z tą drobną, ciemnoskórą damą i przy kawie opowiedziała mi o pasji kolekcjonerskiej jej zmarłego męża. Pochodziła z Timoru, a swego holendersko-indonezyjskiego męża spotkała na Jawie, gdzie prowadził badania dla kompanii górniczej. Było to za rządów Sukarno i dla Holendra żyć w Indonezji było trudno. Po paru latach przenieśli się do Australii, gdzie mieszkali przez 35 lat. Właśnie podczas pobytu na indonezyjskim archipelagu znalazł on lub otrzymał kilka niezwykłych tektytów. Otworzyła następnie małe pudełko i rozwinęła najbardziej zdumiewający tektyt w kształcie jaja, jaki dotąd widziałem. Był lśniący i wyglądał tak świeżo, jakby przed chwilą spadł, pokryty mnóstwem śladów robaków i aureoli. Typowy billitonit.

Ale to nie był koniec! Następnymi niespodziankami okazały się mniejszy billitonit w kształcie łzy i okrągławy jawanit owinięty zakrzepłymi strużkami i pocięty cienkimi szczelinami sięgającymi w głąb na jedną trzecią średnicy. Jawanit otrzymał jej mąż Wim od wieśniaka koło Sangiran Dome, gdy prowadził badania w środkowej części Jawy. Ten wieśniak uznał za zaszczyt, że może podarować „obcemu” coś ze swej wioski.

Potem został odwinięty orzeszek, który wyglądał dość niepozornie w porównaniu z pozostałymi trzema tektytami. Delores opowiedziała mi, jak pewnego dnia, prowadząc badania na Flores, jej mąż znalazł ten dziwny, matowo-czarny kamień i początkowo nie sądził, że to tektyt. Ponieważ powierzchnia była niemal gładka, jedynie kształt skłonił go, by schować kamień do kieszeni i dopiero później stwierdził on, co rzeczywiście znalazł.

Ku mojemu zdumieniu nie chciała za nie nic twierdząc, że jej mąż Wim chciał, aby dać je komuś, kto potrafi je docenić.

Docenić! Ja już byłem na innej planecie. Delores pokazała mi następnie połówkę kartki papieru, na której Wim zapisał szczegóły dotyczące tektytów. Szybko, ale starannie oderwała czystą dolną połowę i pożyczonym ode mnie piórem starannie przepisała miejsca i daty znalezienia, nazwisko jej męża po czym podpisała to dla mnie. Powiedziała, że chce zatrzymać część zapisaną jego ręką na pamiątkę dla siebie. Taka zdumiewająca dobroć nie mogła jednak pozostać bez nagrody, więc w końcu uzgodniliśmy wy-



MALAJZJANITY

mianę. Ponieważ miałem w domu trochę przeciętych opali, wymieniliśmy jej tektyty na moje opale. Korzystna zamiana dla nas obojga, mam nadzieję.

Zdobywanie tektytów i innych okazów związanych ze zderzeniami jest dla mnie ważną częścią budowania kolekcji, ale równie ważne są towarzyszące temu ciekawe opowieści. Jednak przy kupowaniu tektytów mogą być pułapki. W dobie aukcji tektyty z południowo-wschodniej Azji, podobnie jak inne, są czasem oferowane z minimalną informacją, albo co gorsza z błędnie podanym miejscem pochodzenia. Nauczyłem

się kupować i wymieniać tylko u ludzi, do których mam zaufanie.

Mam nadzieję, że w jakimś stopniu pomoże to innym kolekcjonerom nie tylko bardziej docenić tych „ubogich krewnych” z południowo-wschodniej Azji, ale także zebrać jak najwięcej informacji, aby wzbogacić zbiory i pokazać zainteresowanie ludzi tektytami. W końcu czy krater uderzeniowy w końcu się znajdzie czy nie, lub pojawią się nowe dowody za lub przeciw teorii zderzeń z Ziemią, jedno pozostanie niezmiennie. Tektyty we wszystkich postaciach, ładne czy brzydkie, cenne lub nie, zawsze pozostaną fascynującymi, intrygują-

cymi i pożądanymi „kamieniami” do kolekcjonowania i badania. Powodzenia w poszukiwaniach!

Literatura:

- Heinen G., „Tektites — Witnesses of Cosmic Catastrophes”, Luxembourg, 1998.
McNamara K., Bevan A., „Tektites”, Western Australian Museum, 2001.
O’Keefe J. A. (ed) „Tektites”, University of Chicago Press, 1963.
O’Keefe J. A. „Tektites and their Origin”, Elsevier, Amsterdam, 1976.

Zdjęcia: Ian Milne, Photocellar, Victor Harbor 5211, South Australia.

Meteorytowe wieści z Moskwy

Andrzej S. Pilski

W ostatnim okresie docierały rozmaite wieści o meteorytach z Rosji. Najpierw znaleziono niezwykle pallasyt Shirokovsky, który podobno nie jest pallasystem. Równocześnie na targach meteorytowych pojawił się nietypowy meteoryt żelazny Dronino. Rozeszły się też pogłoski o bolidzie nad tajgą podobnym do słynnego bolidu tunguskiego. Zachęcony przez Joela Schiffa, redaktora „Meteorite” postanowiłem sprawdzić u źródła, jak się rzeczy mają.

Szyrokowski

Liczni mieszkańcy obwodu permskiego widzieli w biały dzień, 1 lutego 1956 r., trwający 5-6 sekund przełot bolidu jaśniejszego od Słońca, po czym jakiś obiekt spadł na lód zbiornika wodnego Szyrokowski, czemu towarzyszył potężny wybuch, który wywołał lekki wstrząs ziemi. W okolicznych wsiach powypadały szyby z okien. Obiekt przebił lód o grubości 80 cm i zniknął w wodzie pozostawiając w lodzie dziurę o średnicy 42 cm. Głębokość zbiornika w tym miejscu wynosiła 23 m. Nurkowie niczego na dnie nie znaleźli. Wokół dziury znaleziono na lodzie magnetyczny pył z zawartością niklu, co wskazywało, że obiekt był pochodzenia kosmicznego.

Na początku 2002 r. do Laboratorium Meteorytyki w Moskwie trafiły płytki materii przypominające wyglądem pallasyt, znalezionej przez nurków w zbiorniku po trzech latach poszukiwań. Jednocześnie na targach meteorytowych zaczęto sprzedawać okazy pallasytu Shirokovsky. Wstępne badania wskazywały, że może to być meteoryt, ale wyniki dalszych, dokładniejszych badań przyniosły rozczarowanie, szczególnie dotkliwe dla sprzedających ten domniemany meteoryt.

Według M. A. Nazarowa z Rosyjskiej Akademii Nauk i L. A. Taylora z Uniwersytetu Tennessee, USA skała jest brekcją o roztopionym matrix. W metalu są głównie okruchy oliwinu o wielkości do 1 cm, ale zdarzają się także fragmenty diopsydu. Oliwin zawiera CaO (do 1% wagowo) i NiO (do 0,3% wagowo). Nie zaobserwowano wzajemnych reakcji oliwinu z matrix. Matrix to eutektyk metalowo-wüstytowy z rzadkimi wrostkami bogatego w wapń fajalitu. Metal zawiera 20-47% wagowo niklu i 0,8-2,2% wagowo kobaltu. W badanych okazach nie znaleziono siarczków, fosforów, spineli, ani minerałów zawierających Al.

Pod względem składu mineralnego badane okazy przypominają pallasyty. Jednak wysoka zawartość niklu w oliwinie nie jest typowa dla oliwi-

nów meteorytowych i wskazuje, że oliwin nie jest w równowadze z metalem. Natomiast w meteorytach, szczególnie w pallasytach, oliwin jest zawsze w równowadze z metalem. Oliwin z wysoką zawartością niklu spotyka się tylko w chondrytach CK, które prawie nie zawierają metalu. Eutektyk metalowo-wüstytowy, wskazujący na wysoką lotność tlenu w trakcie krystalizacji, także nigdy nie występuje w meteorytach. Zaobserwowane minerały akcesoryczne nie są typowe dla meteorytów. Z drugiej strony, w badanych okazach nie stwierdzono występowania minerałów akcesorycznych typowych dla pallasytów. Skład chemiczny oliwinów jest znacznie bliższy ziemskim oliwinom.

Na podstawie wyników badań mineralogicznych można przyjąć, że badane okazy stanowią wynik bardzo szybkiej krystalizacji zawierającego okruchy oliwinu stopu metalu, w warunkach utleniających.

Analiza zawartości pierwiastków pokazała, że zawartość niklu i kobaltu jest podobna, jak w pallasytach, natomiast irydu i osmu jest nieco mniej niż w pallasytach. Stosunek zawartości Pt/Ir jest znacznie niższy od kosmicznego, natomiast jest charakterystyczny dla ziemskich rud miedzi i niklu.

Zmierzone w Instytucie Carnegie w USA proporcje izotopów tlenu

w oliwinie z próbek pallasytu Shirokovsky są typowo ziemskie.

Analiza zawartości gazów szlachetnych przeprowadzona w Instytucie Maxa Plancka w Niemczech pokazała, że skład izotopów He, Ne i Ar wskazuje, iż badany materiał nigdy nie był w kosmosie. Ciało o średnicy 42 cm, na co wskazuje wielkość dziury w lodzie, musiałoby zawierać kosmiczne gazy szlachetne, czego nie stwierdzono. Zaobserwowano niewielką ilość radiogenicznego izotopu ^{40}Ar , ale wynikający stąd wiek oliwinu wynosiłby 270 mln lat, wobec 4,5 mld lat w pallasytach.

Wreszcie widmo termoluminescencji pokazało, że oliwin Shirokovsky'ego zdecydowanie różni się od oliwinu pallasytów i jest podobny do oliwinu ziemskich perydotytów.

W sumie Laboratorium Meteorytyki stwierdza, że okazy domniemanego meteorytu Shirokovsky nigdy nie znajdowały się w przestrzeni kosmicznej. Oliwin ma naturalne ziemskie pochodzenie, podczas gdy metal ma pochodzenie sztuczne. Można przypuszczać, że znaleziony materiał jest wynikiem nieudanego wytopu w piecu hutniczym, w którym wykorzystano oliwin, jako ogniotrwałą wykładzinę, która jednak pokruszyła się i wymieszała z metalem. Produkt nieudanego wytopu wyrzucono do zbiornika wodnego.

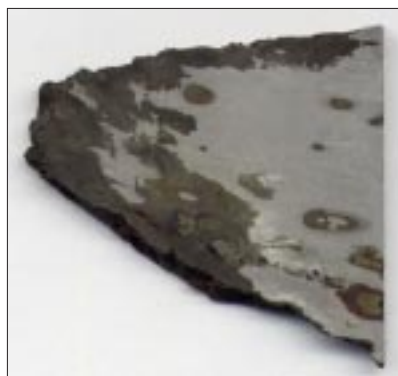
Ciekawostkę stanowi fakt, że najbardziej aktywny dostawca płytek rzekomego pallasytu na rynek kolekcjonerski widnieje na liście pracowników Laboratorium Meteorytyki, choć bez tytułu naukowego. Jak widać, bardziej uczeni koledzy zrobili mu przykry kawał.

Dronino

Na początku kwietnia 2003 r. Oleg Nikolajewicz Guškow przyniósł do Laboratorium kawałek żelaza. Jak powiedział, gdy wracał po grzybobraniu w okolicach wsi Dronino w obwodzie riazzańskim, zauważył przy ścieżce biegnącej skrajem lasu sterzący z białej glinki rdzawy kawałek metalu. Próbował podważyć go nożem, ale nic z tego nie wyszło. Pomyślał, że może to jest meteoryt, poszedł do domu po łopatę i taczkę, wykopał kawał żelaza i zawiózł do domu. Było to w upalnym lipcu 2000 r.

Dwa lata przeleżało żelazo w ogrodzie i rozpadło się na trzy kawałki. Znalazca przepiłował jeden z nich i utwierdziwszy się w przekonaniu, że to meteoryt, zaczął szukać specjalistów. Trafił w końcu do Laboratorium Meteorytyki Rosyjskiej Akademii Nauk.

Przeprowadzone badania pokazały, że znalezione żelazo jest meteoritem. Co więcej, budowa badanego okazu świadczyła o możliwości intensywnej fragmentacji w atmosferze, co nawalało nadzieję na dalsze znaleziska. Dlatego, gdy tylko stopniał śnieg, do Dronina wyjechała ekspedycja z Laboratorium. Znalazca wziął w niej także udział. Miejsce znalezienia dokładnie przeszukano, ale pierwszego dnia znaleziono tylko jeden okaz. Znalezisko to wskazało jednak kierunek poszukiwań i w następnych dniach znaleziono ponad 250 okazów o łącznej wadze około 550 kg. Na podstawie



Płytką anomalnego meteorytu żelaznego Dronino. Korozję strefy powierzchniowej ułatwiają liczne wrostki siarczku. Nie opublikowano bliższych danych o budowie tego meteorytu.

rozrzutu odłamków i głębokości, na jakiej się znajdowały, można przypuszczać, że spadający meteoryt wytworzył krater o średnicy około 30 m. dziś już niewidoczny.

Po przeprowadzeniu badań meteoryt zostanie zgłoszony do Meteoritical Bulletin z proponowaną nazwą Dronino. Zebrane okazy są mocno zardzewiałe, co wskazuje, że spadł on dość dawno temu. Znajdujące się 20 km od Dronino miasto Kasimow (dawniej Mieszczerski Gorodok, w którym zmarł Aleksander Newski) założył w 1152 r. książę Jurij Dołgoruki. Spadek takiego meteorytu nie mógł nie zostać zauważony przez mieszkańców i z pewnością zostałby odnotowany w kronikach. Dlatego przypuszcza się, że spadek musiał nastąpić przed XII wiekiem.

23 czerwca 2003 r. znaleziono największy dotąd okaz z tego deszczu meteorytów ważący około 250 kg.

Charakterystyczne dla tego meteorytu są liczne wrostki troilitu i brak figur Widmanstättena. Sugeruje się więc, że jest to ataksyt, albo anomalny meteoryt żelazny. Bliższych danych jeszcze nie opublikowano.

Bolid Witimski

Pojawienie się bolidu zarejestrował w nocy 25 września 2002 r. amerykański satelita wojskowy. Po dwóch tygodniach opublikowano współrzędne punktu zauważenia i punktu zniknięcia bolidu i ich wysokość nad powierzchnią Ziemi (odpowiednio 62 km i 30 km). Pozwoliło to określić kąt nachylenia toru lotu (34°), rzut toru lotu na powierzchnię i przewidywane miejsce spadku. Relacje świadków z osiedli Mama, Ługowka, Muskowit i Witimskij, oraz z miasta Bodajbo zgodne są ze sobą wzajemnie i z podanym torem lotu. Według świadków bolid był widoczny jeszcze wtedy, gdy satelita już go nie obserwował, na wysokości niższej niż 30 km.

Pierwsze sensacyjne doniesienia, że bolid wywołał podobne skutki jak słynny bolid tunguski, okazały się mocno przesadzone. Najbardziej optymistyczne oceny wskazują, że przy wejściu w atmosferę witimski meteoroid miał średnicę nie większą niż 3 m, gdy rozmiary tunguskiego meteoroidu ocenia się na 60 m. Masa fragmentów, które ewentualnie spadły na ziemię, jest najprawdopodobniej rzędu kilkuset kilogramów. Powalone drzewa, które miały być skutkiem eksplozji bolidu, zostały prawdopodobnie powalone przez huraganowe wiatry występujące na tamtym terenie.

W lipcu i sierpniu 2003 r. działała na domniemanym terenie spadku kolejna ekspedycja, ale jej rezultaty nie zostały jeszcze opublikowane. Ze względu na trudny teren są małe szanse znalezienia ewentualnych fragmentów meteorytu.

Aktualne informacje o rosyjskich meteorytach można znaleźć na stronie:

<http://www.meteorites.ru>

Nowe życie kraterów meteorytowych Kaali

Anto Raukas & Reet Tiirmaa

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 4. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Aż do lat sześćdziesiątych XX wieku krater Kaali we wsi Kaali, 18 km na północny wschód od miasta Kuressaare na wyspie Saaremaa w Estonii (58° 24' N, 22° 40' E) były jedynymi kraterami w Europie, których meteorytowe pochodzenie było udowodnione naukowo. W wieku XIX i na początku XX wieku ich uformowanie wiązano z procesami erupcji gazu i pary. W 1937 r. inżynier górnictwa Ivan Reinwald znalazł pierwsze fragmenty żelaza meteorytowego (Reinwald 1938), w których żelazo stanowiło 91,5% a nikiel 8,32% (Spencer 1938). Późniejsze badania pokazały, że meteoryt Kaali zawiera także 0,41% kobaltu wagowo i kilka rzadkich pierwiastków jak Ga, Ge, Ir, Re, Pt i Au (Czegka i Tiirmaa 1998). Mineralogiczne analizy fragmentów meteorytu wykazały minerały typowe dla meteorytów żelaznych takie jak kamacyt, taenit, schreibersyt/rhabdyt, troilit i oliwin. Meteoryt Kaali jest oktaedrytem gruboziarnistym z grupy IA i jest podobny do dobrze znanego meteorytu żelaznego Odessa (USA). Jako meteoryt nie ma więc wielkiej wartości naukowej.

Znacznie bardziej cenne z naukowego punktu widzenia są dobrze zachowane krater uderzeniowe, w sumie dziewięć, które znajdują się na powierzchni 1 kilometra kwadratowego tworząc pole kraterów Kaali. Główny krater ma średnicę 105-110 m (Fot. 1). Jego dno zajmuje zbiornik wodny nazywany jeziorem Kaali. W języku estońskim jezioro nazywa się järv. Dlatego to pole kraterów jest często błędnie nazywane *Kaalijärv* lub *Kaalijerv*. Nazwa jeziora i pola kraterów związana jest z rodziną Gahlen, do której należała ta ziemia w latach 1528-1727. W starszej niemieckiej literaturze to pole kraterów jest nazywane także *Krater von Sall* (od estońskiego słowa salu czyli gaj) *auf Oesel*

(Linstow 1919) lub *Ösel* (Ösel to stara szwedzka i niemiecka nazwa wyspy Saaremaa).

Potężna eksplozja około 7500 lat temu zniszczyła otoczenie i utworzyła wał wokół krateru z wydźwigniętych bloków dolomitu (Fot. 2). W małych kraterach i wokół nich znaleziono wiele małych bryłek meteorytowego żelaza i kulki magnetytu o różnym pochodzeniu i mineralogii. Oddzielenie frakcji magnetycznej pokazało, że większe fragmenty koncentrują się w dolnych warstwach, a mniejsze w górnych warstwach ziemi wypełniającej krater (Tiirmaa 1994). Potężna eksplozja z towarzyszącą jej wysoką temperaturą doprowadziła do uformowania szklistych, krzemionkowych mikroimpaktów. Zostały one wyrzucone w górę na wysokość kilku kilometrów i rozsiane na dużym obszarze, gdzie dołączyły do różnych osadów. Na podstawie tych mikroimpaktów można ocenić wiek zdarzenia i skorelować dość daleko leżące warstwy (Raukas 2000).

Podczas okupacji sowieckiej wyspy Estonii należały do zmilitaryzowanej strefy granicznej byłego Związku

Radzieckiego, gdzie obcym wstęp był surowo wzbroniony i mieszkańcy Estonii chcący odwiedzić te tereny musieli starać się o specjalne pozwolenie. Dlatego w drugiej połowie XX wieku w zachodnich krajach niewiele wiadano o badaniach naukowych prowadzonych na kraterach Kaali. Dopiero w 1997 roku uczestnicy międzynarodowej konferencji „Zderzenie i pozaziemskie sferule: nowe narzędzia globalnej korelacji” (Raukas ed. 1997) z USA, Francji, Niemiec i innych krajów odwiedzili rejon Kaali i utworzono kilka międzynarodowych grup roboczych do badania morfologii, struktury i wieku kraterów Kaali i pozaziemskiej materii na polu kraterów.

Od tego czasu wiele zmieniło się na terenie Kaali. Małe kraterooczyszczono dla zwiedzających. Zbudowano betonowe schody, po których ludzie mogą zejść do głównego krateru (fot. 3) i mieć ładny widok na jezioro Kaali. Co roku odwiedza krater Kaali około 50000 turystów z wielu krajów. Na ich potrzeby wybudowano restaurację. W niedalekiej przyszłości będzie otwarty budynek administracyj-



Fot. 1. Dno głównego krateru zajmuje jezioro Kaali. Fot. R. Tiirmaa.

ny z małym hotelem, muzeum meteorowym i pracowniami dla naukowców. Odnowione Kaali czeka na turystów i naukowców. Do kin trafił w 2003 roku popularnonaukowy film „Dom Słońca”, wspólne dzieło twórców estońskich, lotewskich i fińskich.

Literatura

Czegka M. Tiirmaa R. 1998. Das holozäne Meteoritenkraterfeld von Kaali auf Saaremaa (Ösel), Estland. *Aufschluss* **49**, 233-252.

Linstow O. 1919. Der Krater von Sall auf Oesel. *Zentralbl. f. Min. u. Geol.* **21/22**, 326-329.

Raukas A. (ed.) 1997. Impact and extraterrestrial spherules: new tools for global correlation. *International Symposium*, July 1-5, 1997. *Excursion Guide and Abstracts*, Tallinn, Institute of Geology, 63 str.



Fot. 2. Wydźwignięte bloki dolomitu w wale krateru Kaali. Fot. R. Tiirmaa.

Raukas A. 2000. Investigation of impact spherules — a new promising method for the correlation of Quaternary de-

posits. *Quaternary International*, 68-71, 241-242.

Reinwald I. 1938. The finding of meteoritic iron in Estonian craters. A long search richly rewarded. *The Sky Magazine of Cosmic News* **2**, 6, 6-7.

Spencer L.J. 1938. The Kaalijärvi meteorite from the Estonian craters. *Mineral. Mag.* London **XXV**, 161, 75-80.

Tiirmaa R. 1994. Kaali meteoriit /Kaali meteorite/. *Eesti TA Geoloogia Instituut*, Tallinn, 104 str. (po estońsku ze streszczeniem po angielsku, rosyjsku i fińsku).

Institute of Geology at Tallinn Technical University, 7 Estonia Avenue, Tallinn 10143, Estonia. E-mail: raukas@gi.ee.



Fot. 3. Wiele zrobiono w otoczeniu kraterów z myślą o zwiedzających. Fot. R. Tiirmaa.



Meteoryt w Nowym Orleanie

We wtorek, 23 września 2003 r. około 4 po południu, w centrum Nowego Orleanu spadł duży meteoryt. Kamień przebił dach drewnianego domu, zniszczył antyczne drewniane biurko i stojący przy nim wiklinowy fotel, przebił podłogę pokoju na piętrze, wpadł do znajdującej się pod nim łazienki mijając o włos toaletę, następnie zrobił dziurę w podłodze i wbił się w ziemię pod domem rozpadając się na kawałki. Wagę kamienia, po zsumowaniu fragmentów, ocenia się na ok. 20 kg.

Zdumiewające, że najwidoczniej nikt nie widział, ani nie słyszał żadnych oznak wejścia meteorytu w atmosferę. Jedynie sąsiadka usłyszała około 4 po południu loskot i sądziła, że to wypadek samochodowy. Wybiegła z domu, ale niczego nie zauważyła i zapomniała o tym. Dopiero wieczorem, gdy jej sąsiad wrócił do domu i przyszedł spytać, czy nie widziała, kto mu dom zdemolował, przypominała sobie o hałasie. Pomyśleli najpierw, że odpadło coś od samolotu i uderzyło w dom. Dopiero później sprzątając gruz właściciel domu zauważył małe kawałki osmalonego kamienia i stwierdził, że musi to być meteoryt.

Mike Farmer był właśnie z wizytą u przyjaciela w Arkansas. Gdy usłyszał o meteorycie, natychmiast wskoczył do samolotu do Nowego Orleanu i następnego dnia umówił się ze szczęśliwym właścicielem zdemolowanego domu. Według Farmera meteoryt wygląda na dość kruchy chondryt zwyczajny, prawdopodobnie H5. Oficjalnych wyników badań jeszcze nie ma.



www.meteoritehunter.com

Zbiór meteorytów Muzeum Historii Naturalnej w Berlinie

Szymon Kozłowski

Wstęp

Jedną z najciekawszych i jednocześnie największą kolekcję meteorytów na świecie posiada berlińskie Muzeum Historii Naturalnej (Museum für Naturkunde). W tamtejszej kolekcji znajduje się ponad 4100 okazów z czego 276 jest eksponowanych w gablotach. Ekspozycją nie zawiedzie się zarówno początkujący miłośnik meteorytów jak i doświadczony znawca tematu. Obejrząc tam można ogromne okazy pospolitych meteorytów takich jak Gibeon, jak również takie rarytasy jak: Krasnojarsk — prototyp pallasytów, czy główna masa polskiego Wilkanówka. No dobrze, ale po kolei.

Dojazd

Berlin jako jedna z większych metropolii europejskich ma bardzo dobrze rozwiniętą komunikację miejską. Sam wypraktykowałem, że jeżeli chcemy dobrze wykorzystać czas spędzony w Berlinie, odstawmy swój samochód w pobliżu jednej z głównych stacji U-Bahnu (metro) lub S-Bahnu (szybka kolejka miejska), kupmy bilet całodobowy (Tageskarte — Berlin ABC) w cenie 6 euro i przemierzajmy się tymi środkami komunikacji. Jedną z większych stacji Berlina jest Friedrichstrasse. To właśnie z tej stacji udamy się metrem o numerze U6 do Muzeum Historii Naturalnej. Kierunek, w którym powinniśmy się udać to Alt-Tegel a stacją, na której mamy wysiąść jest druga z kolei stacja ZinnowitzerstraBe. Z podziemia wychodzimy wyjściem w kierunku przeciwnym niż przyjechaliśmy, a już nad ziemią znajdziemy się dokładnie na skrzyżowaniu z ulicą Invalidenstrasse. Idąc około 200 metrów w kierunku zachodnim wzdłuż tej ulicy, po prawej stronie znajdziemy budynki o numerze 43, w którym mieści się muzeum.

Muzeum

Muzeum czynne jest od wtorku do piątku w godzinach od 9:30–17:00, w soboty, niedziele i w wakacje od

10:00 do 18:00, a w poniedziałki jest nieczynne. Ceny biletów są następujące: dorośli — 3,5 euro, dorośli w grupach powyżej 10 osób — 3 euro, studenci — 2 euro. W muzeum oczywiście poza meteorytami mamy przeogromną ekspozycję różnorodnych skamielin, zwierząt, roślin oraz minerałów. Już pierwsza, największa sala, robi wrażenie. Znajduje się w niej największy na świecie szkielet dinozaura — Brachiosaurus brancai o wysokości 12 metrów i długości 23 metrów. Dalej przemierzając muzealne sale natkniemy się na skamieliny (ewolucja roślin i zwierząt), rafy koralowe, wypchane ptaki (ponad 300 okazów) i zwierzęta. Przedstawiciele fauny i flory jest tam ogrom, a muzealne sale można zwiedzać godzinami. Jedną z sal poświęconą jest minerałom i meteorytom i na niej skupimy naszą uwagę.

Meteoryty

Sala minerałów i meteorytów przywita nas około dziesięcioma gablotami, w których eksponowanych jest 276 meteorytów, z czego 124 okazy są to tzw. meteoryty historyczne (L'Aigle, Pułtusk, itp.), natomiast pozostałe 152 meteoryty pochodzą z pustyni (HaH, DaG, NWA, itp.). Poza gablotami na podeście stoi ogromna bryła z pięknymi regmagliptami, jest to połowa okazu meteorytu Gibeon o wadze 215,5 kg. Zaczynając od meteorytów marsjańskich w gablotach znajdziemy meteoryt Nakhla o wadze 170 gram, fragment Shergotty (4 g), Zagami — 268 g oraz Chassigny (13 g). Z meteorytów polskich znajdziemy tam 21 okazów Pułtuska, z czego trzy największe mają wagę 8103 g, 1472 g i 502 g, Łowicz — 4 okazy (największy 158 g), Białystok (NE*) — 2 okazy (47,1 g i 1,8 g), Piława Górna (Gnadenfrei) 13,8 g (NE), Skalin (Schelin) 5g (NE), Przelazy (Seelasgen) — (13 okazów, największy o wadze 1630 g; przypuszczalnie Morasko), Świecie (Schwetz) — (6 okazów, największy o wadze 5009 g; NE), oraz główną masę Wilkanówka (Grunberg) o wadze 712 g. Eksponowane

okazy historyczne to: Alfianello (3 okazy, największy o wadze 8743 g), Allende (27 okazów, największy o wadze 1570 g), Aubres (fragment 9,6 g), Bishopville (4 okazy, największy o wadze 102 g), Bitburg (6 okazów, największy o wadze 757 g), Bjurböle (7 okazów, największy o wadze 296 g), Braunau (2 okazy, największy o wadze 1352 g), Coahuila (7 okazów, największy o wadze 1311 g), Esquel — płytka 577 g, Estherville (2 okazy, największy o wadze 4407 g), Imilac (13 okazów, największy o wadze 3009 g), Juvinas (19 okazów, największy o wadze 568 g), Krasnojarsk (9 okazów, największy o wadze 880 g), L'Aigle (11 okazów, największy o wadze 530 g), Lenarto (6 okazów, największy o wadze 249 g), Magura (22 okazów, największy o wadze 6207 g), Millbillillie (14 okazów, największy o wadze 295 g), Murchison (4 okazy, największy o wadze 118 g), Orgueil (2 okazy, największy o wadze 114 g), Siena (3 okazy, największy o wadze 50 g), Steinbach (10 okazów, największy o wadze 3579 g), Tuxtuac (4 okazy, największy o wadze 705 g). Meteoryty, które przyciągają wzrok swoimi rozmiarami są: Campo del Cielo (88 kg), Estherville (płyta 4,4 kg), Gibeon (ogromna wytrawiona płyta 3,7 kg oraz połowa okazu 215,5 kg), Gorieta Mountain (9,6 kg), New Concord (13,4 kg), Odessa (6,2 kg), Pułtusk (8,1 kg), Toluca (okaz z okienkiem 32,8 kg).

Zakończenie

Autor tego artykułu odwiedził te muzeum już cztery razy. Za każdym razem spędził przy samych meteorytach przynajmniej po godzinie czasu. Każdy eksponowany okaz jest cudowny. Ich rozmiary pozwalają na długie rozmyślanie nad strukturą wewnętrzną, zewnętrzną jak i samą historią danego meteorytu. Wiem jedno, na pewno tam wróć!

Uzupełnienie

Zdjęcia z tego muzeum dostępne są na stronie: photo.simkoz.com



Organiczne związki w meteorycie Tagish Lake

Gregory T. Shanos

tłum. Magdalena Pilska-Piotrowska

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 4. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Nowe tysiąclecie przywitało mieszkańców Ziemi spadkiem meteorytów, które wkrótce mogą zrewolucjonizować nasze pojęcie o Układzie Słonecznym. Osiemnaście stycznia 2000 roku o godzinie 8:43:43 rano czasu lokalnego (16^h 43^m 43^s UT) na tle zorzy porannej zaobserwowano wyjątkowo jasną kulę ognia lecącą nad Yukonem, Terytoriami Północno-zachodnimi, Północną Kolumbią Brytyjską i częścią Alaski. Wdzierający się w atmosferę bolid wykryły także wojskowe satelity USA krążące wokół Ziemi. Dzięki rozmowom z ponad 70 naocznych świadkami uzyskano 24 fotografie i 5 nagrań video z zarejestrowanym zjawiskiem, które okazały się niezbędne w określeniu lokalizacji miejsca spadku meteorytu. Peter Brown z Uniwersytetu Zachodniego Ontario wraz z Alanem Hildebrandem z Uniwersytetu w Calgary i współpracownikami (*Science* 2000, Oct. 13, 2001) zrekonstruowali trajektorię lotu ognistej kuli. Rozmiary meteoroidu przed wejściem w atmosferę oszacowano na cztery metry średnicy, a masę na 56 ton. W atmosferę wszedł on pod kątem 16,5 stopnia poruszając się z prędkością 16 km/s, następnie eksplodował na wysokości 46 km z energią 1,7 kT TNT. Meteoroid został silnie zmniejszony w wyniku ablacji w atmosferze tak, że na wysokości 28 km, gdy osiągnął prędkość zatrzymania, jego masa wynosiła 1,3 ton. W sumie 97% skały wyparowało w atmosferze. Elementy orbity wkrótce otrzymano z prędkości wejścia i drogi. Obliczona orbita Tagish Lake jest taka jak typowych, przecinających orbitę Ziemi planetoid z grupy Apollo, które odlatują poza centralną część pasa planetoid. Obiekty zewnętrznej części pasa są zwykle planetoidami typu C, D i P, których widmo odbiciowe pasuje do

widm chondrytów węglistych CM i CI. Późniejsze badania opublikowane przez Takshuro, Zolenskigo i Peters'a w *Science* z 23 sierpnia 2001 roku (zob. *Meteoryt* 4/2001) ustaliły, że Tagish Lake pochodzi najprawdopodobniej z planetoidy typu D.

Meteorytu poszukiwano w pobliżu miasta Carcross, Yukon Territory i Altin, British Columbia. Wkrótce odnaleziono fragmenty rozrzucone na odnodze Taku jeziora Tagish położonego na 59°42'N i 134°12'W. Z tego powodu meteorytowi nadano nazwę Tagish Lake. Pan James Brook szczęśliwie 25 stycznia 2000 roku odkrył pierwsze okazy. Zebrał z powierzchni jeziora blisko 0,85 kg fragmentów meteorytu i umieścił okazy w plastikowych woreczkach nie dotykając ich gołymi rękami.



Fot. 1. Chondryt węglisty Tagish Lake C2 z prywatnej kolekcji autora. Okaz waży 0,284 grama i mierzy 10 mm x 7 mm x 4 mm. Meteoryt ten został zakupiony w Meteorite Market, na podstawie Canadian Cultural Property Permit #65152. Częścią bogatą w związki organiczne jest czarna matrix meteorytu.

Na szczęście pan Brook został wcześniej poinstruowany przez naukowców z Uniwersytetu Zachodniego Ontario, jak właściwie obchodzić się z pierwotnym materiałem meteorytowym. Między 20 kwietnia a 8 maja 2000 roku naukowcy zebrali dodatkowe 410 fragmentów, z których wiele było zamrożonych w lodzie. Niestety wiele z pośród tych okazów wykazy-

wało różne stopnie degradacji. Największy znaleziony pojedynczy okaz ważył tylko 159 g. Ogólna znana waga odnalezionych fragmentów wynosiła 5-10 kg. Rozmiary pola rozrzutu zostały określone na 16 km na 5 km. Jednakże ponieważ większość tego obszaru jest górzysta i pokryta lasem, jedyne ocalałe fragmenty meteorytu zostały odnalezione na jeziorze.

Przeprowadzono analizę pierwotnych okazów zebranych 25 stycznia 2000 roku przy użyciu mikrosondy elektronowej. Klasyfikacja meteorytów wkrótce okazała się zagadkowa. Meteoryt Tagish Lake wykazuje podobieństwo do dwóch najbardziej prymitywnych chondrytów węglistych (CI i CM), jednakże jest ciągle dość unikatowy i różny od nich obu.

Naukowcy są bardziej pewni petrologicznego oznaczenia, mianowicie C2. W chondrytach typu 1 i 2 widoczne są przeobrażenia pod wpływem wody w niskiej temperaturze, przy czym typ 1 jest bardziej przemieniony. Tagish Lake wykazuje rozległe przeobrażenia pod wpływem wody i zawiera wodę związaną strukturalnie z uwodnionymi minerałami, zaadsorbowaną na powierzchniach minerałów i absorbowanej wewnątrz warstw krzemianów warstwowych. Stwierdzono wkrótce, że chondryt węglisty Tagish Lake składa się z dwóch różnych typów skał. Dominuje litologia uboga w węglany, a podrzędnie występuje litologia bogatą w węglany.

Okazało się, że Tagish Lake zawiera więcej węgla niż wszystkie inne chondryty węgliste mając ponad 5% węgla wagowo rozdzielonych prawie równo pomiędzy organiczne i nieorganiczne składniki. Monica Grady ze współpracownikami zauważyła, że część węgla w Tagish Lake występowała w postaci diamentów. Diamenty

te są submikroskopowych rozmiarów i nazywane są nanodiamentami. Stężenie nanodiamentów w Tagish Lake wynosi blisko 3650-4330 ppm i jest wyższe, niż w jakimkolwiek innym chondrycie węglistym. Uważa się, że nanodiamenty uformowały się w ekspandującej otoczce supernowej II typu. Tak więc te nanodiamenty są pyłem innych gwiazd, który podróżował przez przestrzeń międzygwiazdową i na koniec został wcielony do kondensującej mgławicy słonecznej.

Stwierdzono także, że meteoryt Tagish Lake zawiera węgiel w postaci fulerenów. Pizzarello et al. 2001 wykryli fulereny wyższego rzędu używając laserowej spektrometrii masowej (zob. *Meteoryt 4/2000*). Fulereny z Tagish Lake zawierały się pomiędzy C_{60}^{+} i C_{160}^{+} w porównaniu z szerszym zakresem od C_{60}^{+} do C_{250}^{+} w meteorycie Murchison. Ta różnica w dystrybucji fulerenów może być przypisana różnemu składowi pierwotnych kondensatów mgławicowych i lub różnym wodnym i termicznym procesom w ciele macierzystym. Odgazowanie fulerenów z Tagish Lake uwolniło hel i argon, których skład izotopowy przypomina planetarny stosunek $^3\text{He}/^{36}\text{Ar}$ wynoszący 0,01 w przeciwieństwie do słonecznej wartości wynoszącej 1. Te fulereny są więc pozaziemskiego pochodzenia. Patrz rys. 2.

Naukowcy wkrótce zwrócili uwagę na organiczny węgiel w meteorycie Tagish Lake. Ku ich zdziwieniu zawartość związków organicznych w tym meteorycie raczej rozczarowuje. Mete-

Węglowodory poliaromatyczne	fenantren, pyren, fluoranten, antracen, naftalen, metylo-naftalen, dimetylonaftalen, chryzen, benzantracen
Węglowodory heteroatomowe	fenatrydyna, fluorenon, benzotiofen
Różnorodne składniki	fenol, dimetylobenzen, benzaldehyd, benzonitryl, benzenoditiol, anhydryt ftalowy, fenylopirydyna, C3-alkilobenzeny, C4-alkilobenzeny, C15, C16 normalne alkany, benzonitryl, C1-alkilobenzonitryl, C2-alkilobenzonitryl, dicyjanobenzen, fenylopirydyna, izocyjanonaftalen, pirydyna karboksylowa, kwas nikotynowy i homologi, kwas octowy, kwas mrówkowy

Tabela 1. częściowa lista związków organicznych zidentyfikowanych w Tagish Lake.

3-węglowe	kwas malonowy
4-węglowe	kwas bursztynowy, fumarowy, trans-1,2-pentanodikarboksylowy, metylomalonowy, maleinowy
5-węglowe	kwas glutaronowy, metylobursztynowy, cytrakonowy, mezakonowy, itakonowy
6-węglowe	kwas adypinowy, D,L - 2-metyloglutaronowy, 3-metyloglutaronowy, 2,2-dimetylobursztynowy, 2,3-dimetylobursztynowy
7-węglowe	kwas pimelinowy, 2,2-metyloglutaronowy, 2,4-metyloglutaronowy, 3,3-metyloglutaronowy, 3-metyloadypinowy
8-węglowe	kwas suberynowy
9-węglowe	kwas azelainowy
10-węglowe	kwas sebacynowy

Tabela 2. kwasy dikarboksylowe w meteorycie Tagish Lake

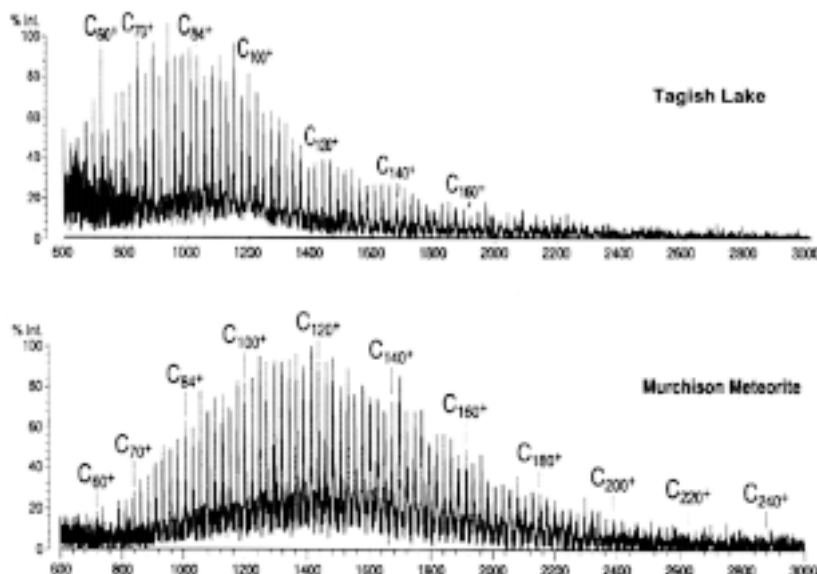
oryt ten jest unikalny pod względem mineralogicznym i petrologicznym, i dlatego nie powinno zbyt zaskakiwać oczekiwanie wyjątkowości pod względem chemii organicznej. Meteoryt Tagish Lake zawiera 2,5 % węgla wagiowo wcielonego w związki organiczne. Zaobserwowano szeroki zakres związków organicznych włączając w to związki aromatyczne i alkiloaromatyczne, fenole, nityle i węglowodory alifatyczne. Rozpuszczalna w wodzie frakcja organiczna, stanowiąca tylko 0,01 % objętościowo, zawiera głównie kwas karboksylowy, kwasy dwukarboksylowe które mogły uformować się na cia-

łach macierzystych lub przez procesy mgławicowe. (Zob. tabela 2).

Pozostałe związki organiczne (>99%) występują w postaci węgla nierozpuszczalnego, dominującego w postaci dwóch, występujących najobficiej, poliaromatycznych węglowodorów o znacznym ciężarze cząsteczkowym, fluorantanu i pyrenu. Wiele innych poliaromatycznych węglowodorów jest także obecnych, ale w mniejszych ilościach. (Zob. tabela 1). Aromatyczny charakter węgla występującego w Tagish Lake kontrastuje z przeważnie alifatyczną strukturą związków o znacznej masie cząsteczkowej występujących w chondrytach CM.

Kminek & Botto et al. usiłowali przeanalizować zawartość aminokwasów w meteorycie Tagish Lake. Autorzy stwierdzili, że Tagish Lake zawiera tylko śladowe ilości aminokwasów w sumie 880 ppb. W przeciwieństwie do tego całkowita zawartość aminokwasów w chondrycie węglistym CI Orgueil wynosi 4100 ppb a w CM Murchison 16 900 ppb. Jednakże większość aminokwasów stwierdzonych w chondrycie węglistym Tagish Lake była również obecna w otaczającej wodzie z topniejącego lodu który po-grzebał meteority. Autorzy więc stwierdzili, że aminokwasy wykryte w meteorycie są zanieczyszczeniem ziemskiego pochodzenia.

Odkrycie pustych organicznych globulek dodało kolejną intrygę do roz-



Fot. 2. Laserowa spektrometria masowa wyższych fulerenów w meteorycie Tagish Lake i Murchison. (Pizzarello S, Hang Y, Becker L i inni, Science 23 Sierpnia 2001).

wijającej się opowieści o meteorycie Tagish Lake. Nakamura i Zolensky et al. 2002 odkryli puste węglowodorowe bąbelki w litologii meteorytu ubogiej w węglany. Organiczne globule składające się z alifatycznych i tlenowych grup(funkcji) mają sferyczną morfologię. Globule te są podobne do materiału produkowanego w laboratoriach przez fotolizę UV analogów międzygwiazdowego lodu i wodnych procesów. To podobieństwo sugeruje, że puste organiczne globule w Tagish Lake mogą być najbardziej pierwotną materią organiczną, która powstała przed lub pod-

czas formowania się układu słonecznego. Znaczenie tych prostych struktur organicznych jest takie, że mogły one dostarczać bezpiecznego środowiska dla rozwoju pierwszych prymitywnych organizmów. Dziś żyjące organizmy są zbudowane z komórek z błoną komórkową która zamyka istotne żyjące składniki komórki. Puste globulki Tagish Lake mogły więc działać jako rodzaj błony skupiającej razem wszystkie związki które komórka potrzebuje do funkcjonowania. W dodatku te węglowodorowe globule dostarczone w meteorytach w obecności wody i in-

nych związków organicznych pierwotnego bulionu mogły wspomóc ewolucję ziemskiego życia.

Węgiel w meteorycie Tagish Lake czy w formie węglanu, diamentu czy fulerenu lub organicznej będzie wciąż intrygował naukowców przez wiele kolejnych lat.

Tabele 2 wzięto z Pizzarello S. & Huang Y. *Meteoritics & Planetary Science* 2002 vol. 37 pp. 687-696.

Thumaczka dziękuje za pomoc
prof. Wiesławowi Wojnowskiemu



Podróż w przeszłość: cyfrowa rekonstrukcja, jak tworzył się pallasyt Imilac

Phyllis Z. Budka

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 9 No. 4. Copyright © 2003 Pallasite Press)

Potrzebujemy dobrej jakości cyfrowy obraz mikrostruktury meteorytu, program do obróbki obrazu, trochę cierpliwości i mamy dużą szansę, że zdołamy „zobaczyć”, jak wyglądał ten meteoryt kiedyś w przeszłości. Względne zmiany położenia utworów mikrostruktury ukazane przez metodę cyfrowej rekonstrukcji naszkicowaną niżej dają potencjalną możliwość wejrzenia w procesy formowania meteorytu.

Pallasyty są najłatwiejsze do rekonstruowania, gdyż ułatwia to barwa i kształt fragmentów, ale ta metoda działa także w przypadku meteorytów żelaznych. Fot. 1 przedstawia fragment pallasytu Imilac: żółtozielone miejsca, to oliwin, a metal (Żelazo nikłonośne) jest ciemnoszary. Okaz Imilaca wygląda tak jak został kupiony i nie był poddawany dodatkowej obróbce.

Na fot. 2 linie i strzałki o jednokolorowej barwie wskazują obszary i powierzchnie, które są dopasowywane na fot. 3. Do dopasowywania obszarów oliwinu o podobnym zabarwieniu i kształcie wykorzystano możliwość tworzenia „warstw” w programie Ado-

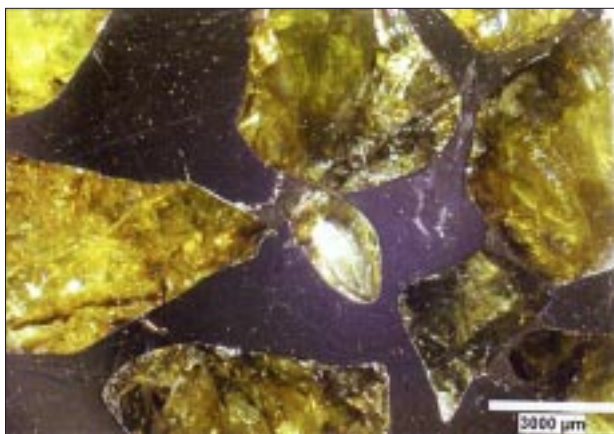
be Photoshop. Najpierw obrysowywuje się wybrany fragment oliwinu, kopiuje i wkleja do nowej warstwy. Na tle widocznego oryginalnego obrazu (warstwa tła) kawałek w nowej warstwie można przemieszczać (przesuwać, obracać), aż dopasuje się powierzchnię lub krawędzie. Ten proces powtarza się kilkakrotnie z różnymi warstwami przesuwanymi i porządkowanymi (layer ON/OFF), aż powstanie logiczny ciąg pasujących do siebie płytek. *Alternatywną metodą jest zrobienie 2 kolorowych odbitek fot. 1 i użycie jednej jako tła. Z drugiej wycinamy oliwin 2-4 dopasowujemy i układamy na oliwinie 1.*

Zaskakująco i nieoczekiwanie co najmniej cztery warstwy oliwinu można wizualnie logicznie dopasować nakładając je na siebie (Fot. 3a-d). Otrzymany „macierzysty oliwin” na fot. 3d pokazuje dynamiczny obraz oliwinu, w który wdzierza się płynny metal. Jakbyśmy cofnęli się w przeszłość widzimy teraz ciemny, jeszcze płynny metal wnikający w stały lub prawie stały oliwin. Z porównania obrazu na fot. 3d z tym na fot. 2 można uzyskać

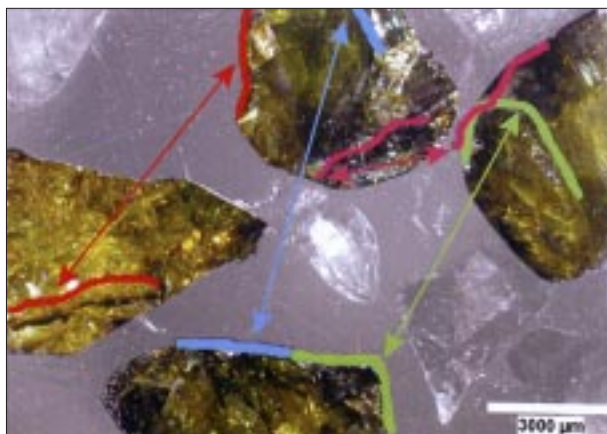
wgląd w zmiany i przemieszczenia podczas ostatniej fazy zastygania Imilaca.

Gdy mając w pamięci zrekonstruowany obraz fot. 3d spojrzymy jeszcze raz na fot. 1, zobaczymy coś jeszcze. Zwróćmy uwagę na duży, żółty oliwin (oliwin 1). Cienką, ciemną, ząbkowaną linię w bardziej jednorodnej żółtej masie można interpretować jako lokalne miejsce wnikania ciekłego metalu do wcześniej uformowanego oliwinu. Duży, zielonkawy oliwin (oliwin 2) daje dwie potencjalne możliwości reagowania: (a) bardzo drobne, na przemian jasne i ciemne zakrzywione prążki mogą reprezentować pierwszą reakcję, gdy metal zaczynał wnikać w dość plastyczne obszary oliwinu; (b) większe „schodkowe” utwory prawdopodobnie powstały później, gdy zestalony oliwin popękał wzdłuż płaszczyzn kryształów i fragmenty zostały odsunięte na pewną odległość przez ciekły, krzepnący metal.

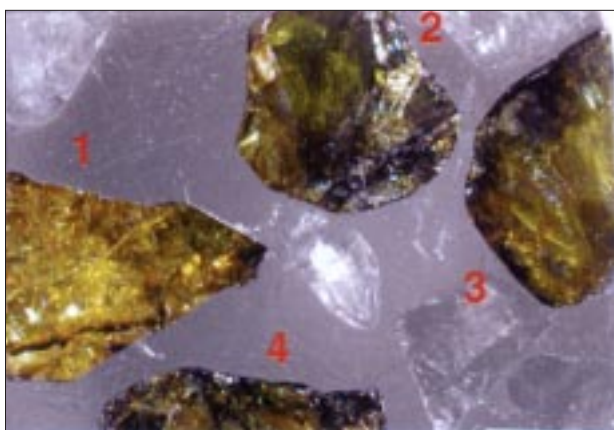
Ta metoda rekonstrukcji może umożliwić wgląd w końcowy etap krzepnięcia papkowatego stopu pallasytu utworzonego w czymś, co jest



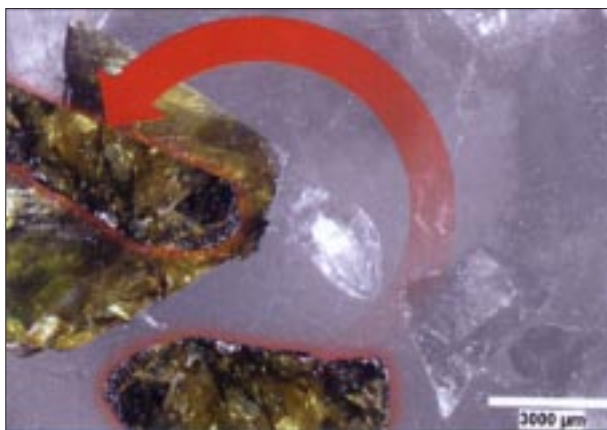
Fot. 1. Omawiana płytka pallasytu Imilac.



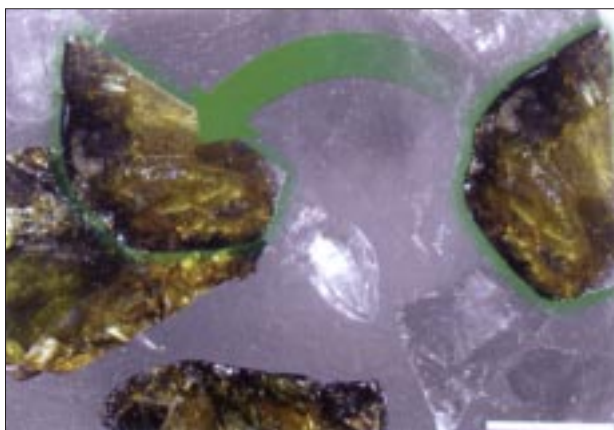
Fot. 2. Linie i strzałki tego samego koloru wskazują pasujące obszary.



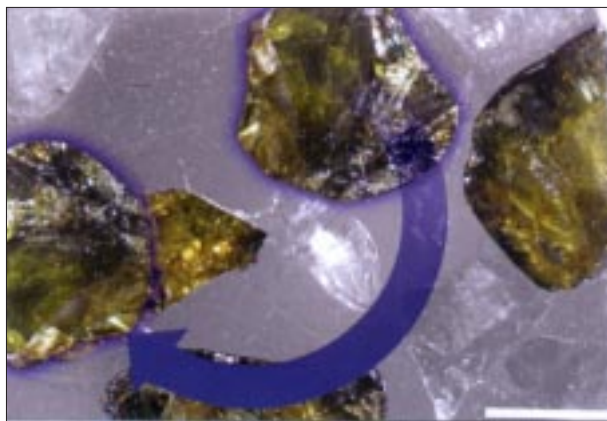
Fot. 3a. Oliwiny ponumerowano od 1 do 4. Oliwin 1 jest podstawą dla warstw rekonstrukcyjnych oliwinów 2-4.



Fot. 3b. Pasujące, nakładające się obszary oliwinów 1 i 2.



Fot. 3c. Oliwin 3 pasuje do oliwinów 1 i 2.



Fot. 3 d. Oliwin 4 pasuje do oliwinów 1-3; jest to rekonstrukcja „macierzystej gromady oliwinu” dla pola widzenia fot. 1.

logicznie środowiskiem mikrogravitacji (1). W warunkach mikrogravitacji podczas krzepnięcia różnice gęstości są minimalizowane, a istotne stają się efekty energii powierzchniowej takie jak zwilżanie i minimalizowanie stosunku powierzchni do objętości. Podobnie jak na Ziemi na proces solidyfikacji mogą wpływać małe gradienty cieplne i lokalny chemizm.

Pokazany tu wizualny dowód pokazuje małe przemieszczenia ciał stałych i cieczy tuż przed zakrzepnięciem wskazujące bardzo łagodnie opadający gradient cieplny w trakcie tego etapu.

Jest to zgodne z koncepcją formowania się pallasytu z oliwinu i metalu jako nie mieszających się cieczy mających zbliżony przedział krzepnięcia przy danym składzie chemicznym.

Zastosowanie tej metody rekonstrukcji cyfrowej do innych meteorytów jest prostym ale dającym duże możliwości sposobem zrozumienia procesów formowania meteorytów. Jest znacznie więcej informacji do wydostania z tych znanych mikrostruktur. Ten krok w przeszłość zawiera obietnicę posunięcia naszej wiedzy w przód.

Więcej informacji: Phyllis Z. Budka, 2135 Morrow Avenue, Niskayuna, NY 12309; e-mail: abudka@ny-cap.rr.com

Podziękowania

Autor dziękuje za pomoc dr Niko Gjaja i panu Kevinowi Schoemakerowi, The M&P Lab, Schenectady, NY.

Literatura

P. Z. Budka, „Meteorites as Specimens for Microgravity Research” *Metallurgical Transactions A*, **19A**, August 1988, str. 1919-1923.

