

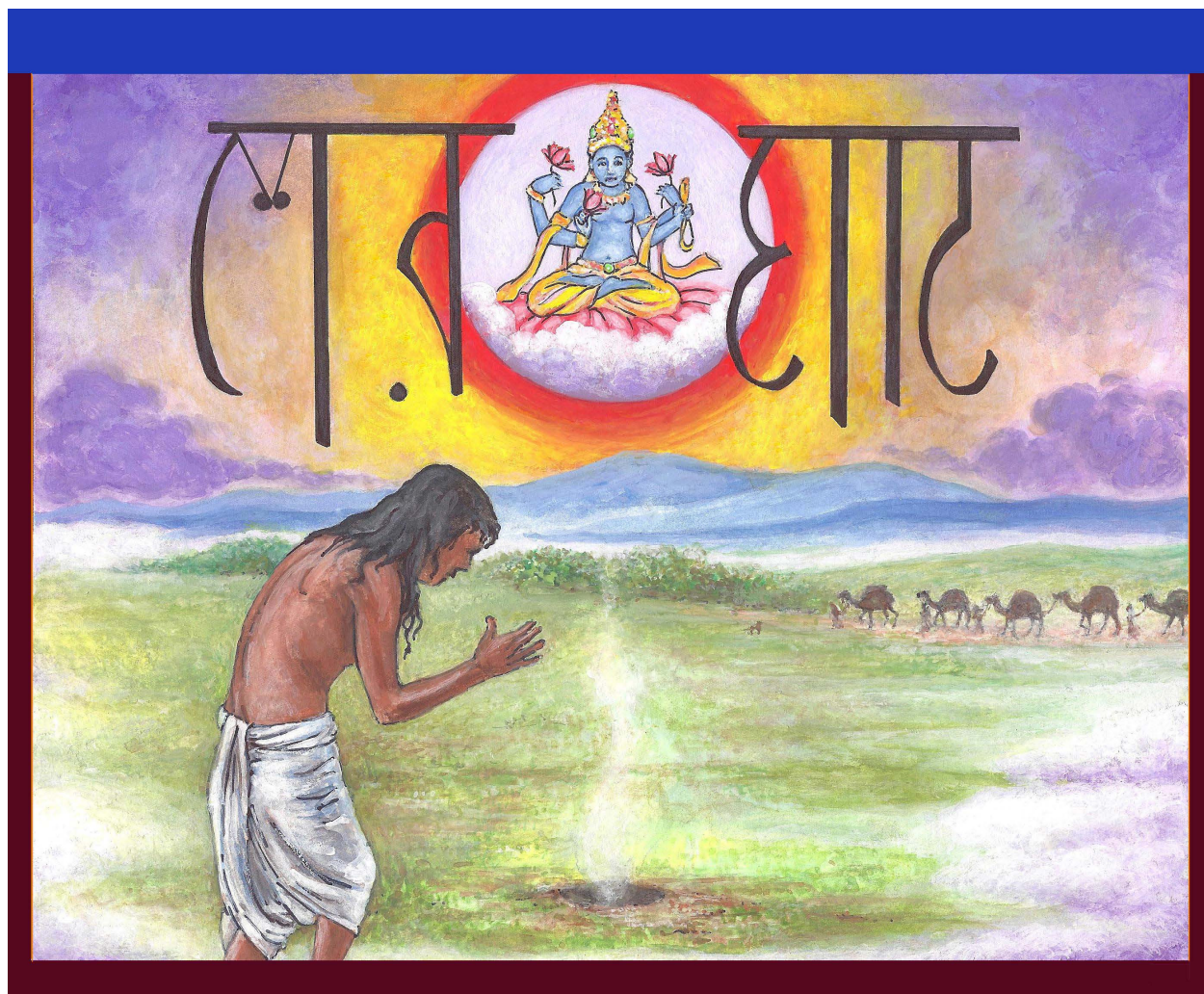
METEORYT

Nr 3 (83)

Wrzesień 2012

W numerze:

- British Raj i Shergotty
- Meteorytowe znaleziska Południowej Anglii
- Nowy spadek w Chinach
- Prymitywne meteoryty
- Meteoryty na Marsie
- Wtórne procesy na ciałach macierzystych chondrytów
- Trochę meteorytyki w... hotelu
- „Go to Tataouine”



METEORYT

kwartalnik dla miłośników
meteoroidów

Wydawca:

Olsztyńskie Planetarium
i Obserwatorium Astronomiczne
Al. Piłsudskiego 38
10-450 Olsztyn
tel. (0-89) 533 4951
opioa@planetarium.olsztyn.pl

konto:

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

Kwartalnik jest dostępny głównie w prenumeracie. Roczna prenumerata wynosi w 2012 roku 44 zł. Zainteresowanych prosimy o wpłacenie tej kwoty na konto wydawcy nie zapominając o podaniu czytelnego imienia, nazwiska i adresu do wysyłki. Wydawca dysponuje także numerami archiwalnymi.

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

Redaguje i tłumaczy większość tekstów:

Andrzej S. Piłski
skr. poczt. 6
14-530 Frombork
tel. kom. 696 805 247
aspmet@wp.pl

Redakcja techniczna i skład komputerowy: Jacek Drązkowski

Druk: Drukarnia Jan, Lidzbark W.

METEORITE

THE INTERNATIONAL QUARTERLY
OF METEORITES
AND METEORITE SCIENCE

Arkansas Center for Space
and Planetary Sciences
FELD 202
University of Arkansas
Fayetteville, AR 72701, USA
Email: metpub@uark.edu
<http://meteoritemag.uark.edu>

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

Od redaktora:

Dwa najważniejsze artykuły w tym numerze poświęcone są meteoroidom związanym z Marsem, ale jeden z nich dotyczy meteoroidu, który przybył z Marsa na Ziemię, natomiast drugi mówi o meteoroidach znalezionych na Marsie. Nie śledziłem dostatecznie uważnie dokonań łazików Spirit i Opportunity, więc z zaskoczeniem dowiedziałem się, że znalazły tam nie jeden, ale wiele meteoroidów. O jednym wiedziałem wcześniej, bo został oficjalnie sklasyfikowany. Mars okazał się więc znakomitym terenem do szukania meteoroidów; szkoda tylko, że tak trudno tam się dostać.

Znany czytelnikom „Meteoritu” Kevin Kichinka pracowicie przekopał archiwa, by przedstawić nie tylko historię odnalezienia meteoroidu Shergotty, ale i całe tło historyczne temu towarzyszące. Redakcja „Meteorite” uznała jednak artykuł za zbyt rozwlekły i zrezygnowała z części ilustracji, a ostatecznie z opublikowania drugiej części, która ukaże się tylko u nas, w następnym numerze. Także tylko u nas pojawia się, zdobiący okładkę, obraz Dorothy Norton, za co bardzo autorce dziękuję. Też mam wątpliwości, czy materiał nie jest zbyt obszerny, ale niewątpliwie ułatwi on przygotowanie następnego numeru.

Tradycyjnie znakomite są artykuły Alana Rubina oraz duetu Roger Varin i John Kashuba. Aby ich nie zepsuć, musiałem poprosić o merytoryczną pomoc prof. Andrzeja Maneckiego, za którą serdecznie dziękuję. Alan Rubin jest doskonale zorientowany w problemach meteoroidyki i potrafi to w prosty sposób przekazywać. Dlatego jego artykuły zawsze czytam z zainteresowaniem i z pełnym przekonaniem polecam.

W sierpniowym numerze „Meteorite” pojawił się artykuł „The Morasko meteorite and its impact craters”, którego autorami są Tomasz Brachaniec, Adam Broszkiewicz i Piotr Górski. W stosunku do materiałów publikowanych na ten temat w „Meteoricie” artykuł ten nie zawiera nic nowego, ale dobrze się dzieje, że w „Meteorite” pojawiają się polscy autorzy i polskie meteoroidy. Tomasz Brachaniec, wspólnie z redaktorem „Meteorite”, Robertem Beaufordem, opublikował także artykuł „Search for a Meteorite Driven Extinction in the Late Devonian”.

W Dzięgielowie odbył się 21 lipca kolejny piknik meteoroidowy. Mimo że sam proponowałem termin, nieprzewidziane wcześniej problemy z pracą i ze zdrowiem zatrzymały mnie we Fromborku, czego oczywiście żałuję, zwłaszcza po przeczytaniu relacji Wadi i Woreczki. Fotorelację można zobaczyć na stronie <http://www.woreczko.pl/meteorites/events/2012-Cieszyn/Cieszyn-2012.htm>.

Opóźnienie „Meteoritu” nieco się zmniejszyło, ale wciąż przekracza granice przyzwoitości, za co przepraszam. Staram się utrzymać tendencję malejącą.

Andrzej S. Piłski

O brekcji regolitowej NWA 869 pisaliśmy w „Meteoricie” 4/2011, lecz nie było okazji wspomnieć o jej kawałku przekazanym przez PTMet na aukcję charytatywną Jurka Owsiaka. Okazało się, że okaz trafił do Lidzbarka Warmińskiego i można go oglądać w tamtejszym hotelu.



Fot. Jan Woreczko

Okladka: Obraz Dorothy Norton. Rolnik, który był świadkiem spadku Shergotty, modli się przy wgłębieniu utworzonym przez uderzenie meteoroidu. Nazwa „Shergotty” jest zapisana w sanskrycie wokół hinduskiego boga niebios, Varuny. Wyżej: Okaz Shergotty w wiedeńskim Naturhistorisches Museum.

Początek British Raj i spadek Shergotty — część I

Kevin Kichinka

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 18, No. 2. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2012
Tłumaczenie oparte jest jednak na pierwotnej wersji autora.

„Początkowo miałem wątpliwości, czy to jest prawdziwy aerolit, ponieważ jego kolor różnił się od tego, który spadł w okręgu Furreedpore w roku 1850... ale dowiedziałem się od pana Peppe, agenta nadzorującego produkcję opium, że nie może być wątpliwości, że jest to prawdziwy aerolit, ponieważ widział on dwa, które spadły w tym okręgu...”

To wyjaśnienie znajduje się w zeznaniu, które W.C. Costley, zastępca sędziego pokoju w Shergotty, w Indiach przekazał pod koniec roku 1865 swemu zwierzchnikowi A. Hope, sędziemu pokoju w Bihar.

Gdyby pan Peppe nie był tego dnia w sąsiedztwie, by nadzorować zbiory opium, to być może W.C. wyrzuciłby ten „źle zabarwiony” kamień do Gangesu.

Do zeznania dołączony był aerolit i S.C. Bailey, urzędujący sekretarz rządu Bengal, zaprezentował jedno

i drugie Asiatic Society of Bengal podczas jego zgromadzenia w grudniu 1865 r. Dał im także wiadomość No. 829, „z załącznikami od komendanta z Patna, zawierającą szczegółowe informacje związane ze spadkiem kamienia...”.

Sąsiednie miasto Patna było rządowym centrum przetwarzania opium sprzedawanego do Chin.

Bailey wydał rządowy dekret wyrażający nadzieję, że „...wasze Stowarzyszenie będzie odpowiednie, by zapewnić, że wszystkie szczegóły związane z tym Aerolitem zostaną zakomunikowane dyrekcji British Museum.”

To był szyfr oznaczający „wysłać kamień do Story-Maskelyne, Kustosa minerałów”.

Teatr z nieba

Pole rolnika, na którym wylądował Shergotty, było tylko zapiaszczonym narożnikiem wielkiej sceny rozciągającej się od jakiegoś miejsca na Marsie do Londynu, Kalkuty i Szanghaju. Aktorzy, których zobaczymy w tym przedstawieniu, odgrywali role zarówno niezapomniane jak i obrzydliwe.

Zanim zgasną światła, otworzymy program i przejrzymy literaturę na temat spadku w Shergotty.

Calcutta Gazette była cytowana w „Sprawozdaniu z 36tego zgromadzenia Brytyjskiego Stowarzyszenia dla Postępu w Nauce” z sierpnia 1866 r.,

„Kamień spadł z nieba, czemu towarzyszył bardzo głośny huk, i wbił się w ziemię na głębokość do kolan. W owym czasie niebo było pochmurne, a powietrze spokojne, bez deszczu. Kamień został przekazany przez władze do Asiatic Society of Bengal.”

O zeznaniu Costley’a i aerolicie wspominają *New Englander*, *New Haven* i *Yale Review* vol XXVII, P. 134, 1868.

Wspomniana w *The Academy and Literature* vol.2, p 540, 1871 analiza, którą zrobił dr F. Crook w 1868 r., podobno dotycząca Shergotty, okazała się analizą meteorytu z innego spadku.

22 lutego 1872 r. G. Tschermak dostarczył pierwszą analizę tego achondrytu pisząc o jego odnalezieniu „Brak informacji o towarzyszących okolicznościach.”

Ostatnio wydane przez NASA „Martian Meteorite Compendium” Charlesa Meyera podaje „Achondryt Shergotty spadł 25 sierpnia 1865 r. o 9:00 rano koło miasta zwanego Shergahti w stanie Bihar, w Indiach, po tym jak słyszano detonacje (Graham et al. 1985). Duke (1968) wspomina o kilku kamieniach ze skorupą obtopieniową, ale nie zostało to potwierdzone.”

Najlepiej opisuje okoliczności spadku Shergotty zeznanie Costleya. Ten dokument został zapomniany, leżąc w archiwach British Library. Odnalazł go pewien bibliotekarz w Edynburgu, za co możemy mu być dożgonnie wdzięczni.

W tym artykule dla *Meteorite*, prawie 147 lat po tym fakcie, możecie przeczytać pierwszy kompletny opis spadku Shergotty, od którego wzięła nazwę największa grupa meteorytów z Marsa — shergottyty.

Zanim jednak odkryjemy, jak Shergotty został uratowany ze sterty pseudometeorytów przez rządowego handlarza narkotyków, konieczne jest



Na tej mapie stanu Bihar Shergotty znajduje się na południu.

poznanie politycznego i kulturowego środowiska owych czasów otaczającego to zdarzenie i zbadanie kluczowej roli, jaką w zrewolucjonizowaniu historycznego podejścia odegrało pierwsze naukowe stowarzyszenie Indii.

Asiatic Society of Bengal tworzy Narodową Kolekcję Meteorytów

Sir William Jones (1746 — 1794) założył *Asiatic Society* w Kalkucie, 15 stycznia 1784 r., pisząc do trzydziestu zaproszonych osób z Europy „Granicami badań będą geograficzne granice Azji i w obrębie tych granic zainteresowania będą obejmowały wszystko, czym zajmują się ludzie lub co wytworzyła natura.”

To, co przekształciło się w *Asiatic Society of Bengal*, stało się pomocne w zbieraniu i badaniu meteorytów, najpierw tych z Indii, a potem innych, pozyskanych drogą wymian z całego świata. Przełamało to dominację rywalizujących ze sobą muzeów Brytyjskiego i Wiedeńskiego. Shergotty stał się jednym z pierwszych indyjskich meteorytów, który nie został całkowicie i obowiązkowo przetransportowany przez rządzących Indiami brytyjskich biurokratów do Natural History Museum w Londynie.

Dla miłośników drobiazgów: oprócz okazów meteorytu Shergotty i relacji o jego spadku, wśród innych darów dla Towarzystwa podczas pamiętnego zgromadzenia w grudniu 1865 r. były:

- „podobizna z brązu Dhurm Rajah of Bhotan”, populistycznego przywódcy czczonego przez Bhutańczyków. Ta statua została „uratowana przed zniszczeniem” gdy Brytyjczycy zajęli fort na granicy Indii.

- dwanaście kopii „krótkiej, analitycznej oceny Administracji Lorda Morningtona, następnie Lorda Welisleya.”

- i na koniec „od Babu Rajendra Mullick, ubity Gayal.”

Gayal to był wół, nigdy nie zaprzęgnięty do pracy, dobrze traktowany, a potem zarżnięty i zjedzony.

Założyciel Towarzystwa, Jones, nie pochodził z bogatej rodziny, chociaż jego ojciec był matematykiem, który wprowadził symbol dla liczby pi. William ukończył Oxford i stał się znanym „Orientalistą” piszącym



Shergotty w sanskrycie. Rysunek Dorothy Norton.

książki historyczne i artykuły o minionych azjatyckich społecznościach. Przed rewolucją amerykańską Jones pojechał do Paryża i spotkał się z Benjaminem Franklinem, ale nie zdołał wynegocjować kompromisowych odpowiedzi na żądania Kolonii. Przeniesiony do Kalkuty osiadł tam jako sędzia i za swą służbę otrzymał tytuł szlachecki.

Po śmierci Jonesa Asiatic Society otworzyło w 1808 r. pierwszą publiczną bibliotekę w Indiach, a w 1814 r. pierwsze publiczne muzeum w kraju. W 1829 r. Towarzystwo zintegrowało się otwierając dostęp dla Hindusów.

Biblioteki gromadzą książki i publikacje. Muzea gromadzą zbiory obiektów. Dążenie do sprostania tym potrzebom doprowadziło do zakończenia kolonialnej praktyki Anglii zabierania każdego obiektu o wartości historycznej lub naukowej z subkontynentu do swych własnych instytucji.

W czasie spadku Shergotty w 1865 r. Towarzystwo było już najbardziej wpływową organizacją naukową Indii, a jego publikacje były pożądane przez naukowców w Europie. Prócz tych, którzy starali się o członkostwo w tej grupie, Azjatyckie Towarzystwo zwiększało swój prestiż oferując honorowe członkostwo wpływowym osobistościom w Europie. Do godnych uwagi członków należeli:

Major H.H. Godwin-Austin, słynny z przeprowadzenia trudnych, topograficznych badań Indii. Jego nazwiskiem nazwano drugą co do wielkości górę na świecie (teraz nazywaną K-2);

- W. J. Herschel, syn słynnego astronoma, który zauważył, że odciski palców mogą być używane w celu identyfikacji;

- Allan Hume, „ojciec ornitologii Indii” był założycielem Kongresu Narodowego Indii, najsilniejszej partii politycznej tego kraju;

- Isaac Newton;
- Charles Darwin;
- H.R.H. Książę Edynburga.

Meteorytowe legendy subkontynentu

Meteoryty od dawna miały wpływ na kulturę Indii.

Jedna z opowieści mówi o dwóch kupcach, którzy ofiarują Buddzie żywność i proszą o coś dla upamiętnienia tej okazji. Daje on im włos i kawałki obciętego paznokcia. Budda mówi im, że gdy z nieba spadnie kamień, to mają wznieść pagodę na tym miejscu i czcić ten włos i paznokcie jakby to był sam Budda.

W roku 1867 spadek meteorytu w postaci wielu kamieni koło małego miasta w Indiach sprawił, że miejscowi ludzie zaczęli podejrzewać iż są obiektem zemsty obrażonego boga. Zebrali oni kamienie i roztarli je na proszek, który rozsypali na wietrze.

Współczesna spadkowi Shergotty jest relacja o „kamieniach meteorowych, które spadły na tę posiadłość” koło Bangalor 21 września 1865 r. Po opisaniu kąta nachylenia świadek Mahamed Ali bada, czy kamienie zostały położone tam przez wieśniaków próbujących złośliwie zaalarmować swych sąsiadów. Ponieważ nie ma w pobliżu podobnie zabarwionych kamieni, jest on przekonany, że są to meteoryty.

Kenda, inny świadek, zrywa trawę tylko 200 metrów od miejsca, gdzie spadł jeden z kamieni. Zanim zobaczył, że coś spadło z nieba, usłyszał „huk działa, które wystrzeliło trzykrotnie”. Był „ogromnie przerażony, przymknął oczy, bo pędził ku niemu tuman pyłu, który wzbił się po spadnięciu kamienia. Nie podszedł bliżej, ponieważ myślał, że jakaś plaga spadła z nieba.” W końcu Kenda zabrał jeszcze jednego świadka na miejsce spadku, gdzie znaleźli coś czarnego, czego połowa była zagrzebana w piaszczystej glebie pola.

„Dotknęli to kijem. Gdy stwierdzili, że to jest dość bezpieczne, wyjął to z dziury rękami i zaniósł do wsi.”

Przekazano to władzom. Ów meteoryt to Maddur L5. Zachowały się dwa okazy o łącznej wadze około dwóch kilogramów.

Mamy także relację Bakerooddina Shaikha o spadku Gopalpur. Kamień ten został przekazany Asiatic Society wcześniej w roku 1865.

„Byłem w polu, by przyznać bydło do domu. Nagle świszczący szum...

ten dźwięk był podobny do słyszanego podczas przelotu myszołowa. Widziałem coś ciemnego spadającego na ziemię...

Podnieśliśmy kamień. Zarył się w ziemię na głębokość około 15 cali. Kamień nie był widoczny z góry. Mogłem wyczuć go kijem. Gdy wydostaliśmy go, był ciepły, nie bardzo gorący. Wyjąłem go po tym, jak był w dziurze przez czas potrzebny na przejście około 400 m po khunta, który trzeba było przynieść z sąsiedniego domu, zanim mogliśmy go wykopać.”

Dodatkowa relacja z tego zdarzenia pochodzi od Alifa Shaikha, który przypisuje mitologię do tego okazu H6 ważącego 1,6 kilograma. „Bakher trzymał go w nowym, ziemistym garnku jako coś niezwykłego. Nie oddawaliśmy mu czci, nie wiedzieliśmy, co to jest, ale ponieważ Hindusi mają wiele bóstw, myśleliśmy, że to musi być jedno z nich.”

Przedstawiamy adwersarzy — Thomas Oldham i Nevil Story-Maskelyne

Do roku 1800 Anglia, pod auspicjami East India Company, traktowała Indie jak prywatną własność, zarządzając ich zasobami oraz tworząc i kontrolując administrację państwową w duchu dobrotliwej protekcjonalności. Słońce nie miało nigdy zaświecić dla niepodległych Indii. Ten styl organizacji obejmował także społeczność naukową; różne dyscypliny nauki były kierowane przez rdzennych Brytyjczyków.

Jednak wraz z pojawieniem się Asiatic Society, a potem Geologicznego Instytutu Indii (GSI), sytuacja zaczęła się zmieniać. Brytyjcy koloniści kierujący tymi organizacjami uświadomili sobie, że są kwalifikowanymi badaczami zdolnymi do badania materiałów na miejscu. Wraz z otwarciem w Kalkucie pierwszego muzeum w Indiach pojawiło się poczucie, że okazy zebrane w Indiach powinny w Indiach pozostać. Dotyczyło to także meteorytów.

Indie uważano za niezrównane miejsce do obserwowania spadków. Czyste niebo i gęste zaludnienie pozwalało na obserwowanie jednego zjawiska przez wiele osób. Jak tylko meteoryt spadł, wysyłano po okazy badaczy, przedstawicieli władz, a nawet policję. Spieszono się, by zebrać



Thomas Oldham (1816 — 1878).

okazy, zanim tubylcy zdążą zniszczyć meteoryt lub zrobić z niego przedmiot kultu. Świadców przesłuchiowano tak, jakby teren spadku był miejscem przestępstwa, zyskując i dokładne i wątpliwe obserwacje, będące jednak znakomitym historycznym świadectwem owych czasów.

Te zeznania, często wymuszane groźbami, prowadziły do odnajdowania okazów, które w innym wypadku byłyby utracone. Przedstawiciele władz, zarówno Brytyjczycy jak i Hindusi, byli intensywnie nakłaniani do zbierania meteorytów i spisywania zeznań.

Pierwszym indyjskim meteorytem, który przeszedł ten kompletny cykl obserwacji, zbierania zeznań i odnalezienia, był chondryt H4 Akbarpur, którego 1,8 kg odnaleziono w roku 1838.

Osobą najbardziej zasłużoną, jeśli chodzi o pozyskiwanie, badanie i przechowywanie indyjskich meteorytów, był irlandzki geolog, Thomas Oldham. Poczynając od roku 1851, Oldham wyniósł Geologiczny Instytut Indii od zbioru publikacji wypełniającego pudełko na buty do instytucji klasy światowej. Jego rodak, Joseph Portlock, powiedział kiedyś, „zauważyłem, że posiadał on największą inteligencję i najbardziej bezgraniczny zapał.”

Zarówno GSI jak i Asiatic Society pracowały na reputację profesjonalistów i budowały ważne związki z badaczami i muzeami w Europie i Ameryce, co niezbyt podobalo się Brytyjczykom, którzy uważali, że

posiadają monopol na badanie i własność wszystkich ważnych indyjskich obiektów przyrodniczych.

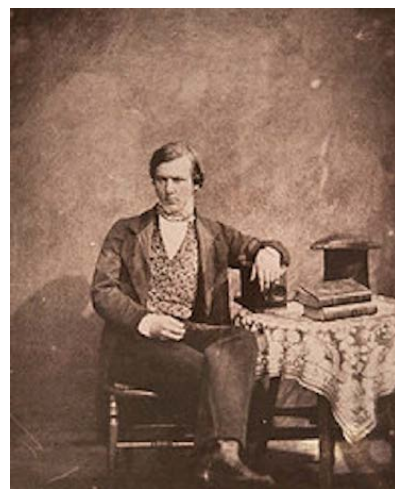
Oldham z powodzeniem pielegnował związki z meteorytykiem Williamem Haidingerem z Cesarskiego Instytutu Geologicznego w Wiedniu, nawet zatrudniając austriackich geologów do pracy dla GSI. Jednak aż do roku 1865 w publikacjach GSI nie pojawiła się żadna wzmianka o meteorytach i wszystkie indyjskie meteoryty, nie wysłane jeszcze do Anglii, pozostawały u Asiatic Society. Oldham koncentrował się na zasobach węgla w tym regionie i na skamieniałościach.

Podczas gdy prawo posiadania kolekcji meteorytów w planowanym muzeum narodowym w Kalkucie zyskiwało coraz większą popularność, w tym samym czasie rozwijał się większy ruch. Wielu warstwom indyjskiego społeczeństwa coraz bardziej doskwierała brytyjska dominacja.

Pierwszym przejawem dążenia Indii do niepodległości były wydarzenia w roku 1857, gdy szereg nie związanych ze sobą kwestii religijnych i podatkowych zainicjował bunt na różnych szczeblach armii. Na krótki czas niewielkie obszary Indii powróciły do zasad autonomii.

Wobec tych sukcesów właściciele ziemscy, zniechęceni ograniczonymi perspektywami społecznymi i biznesowymi, cierpiący przez skandalicznie wysokie podatki — 60% do 90% „produkcji z ziemi brutto” — odważyli się chwycić za broń.

Podczas źle zorganizowanej rebelii obie strony dopuszczały się okrucieństw. Gdy brytyjskie oddziały odzyskiwały kontrolę, szukały odwe-



Kustosz mineralów, Nevil Story-Maskelyne.



Aubry Bustee. Fot. USNM

tu. Hinduskich jeńców przywiązywano przed działami i podpalano lonty. Takie opowieści o niewyobrażalnych karach były odbierane w Brytanii jako usprawiedliwiony rewanz.

Kompania Indii Wschodnich została rozwiązana na rzecz potężnego British Raj (panowania w języku Hindi), a rządy w tym kraju objęła królowa Wiktorja. Pisała o „uczuciu zgrozy i żalu w wyniku tej wojny domowej” i uważała, że włączenie Indii do Imperium Brytyjskiego „powinno tchnąć uczucia szczodrości, dobroci i tolerancji religijnej.”

Podczas gdy Brytyjczycy obwiniali muzułmanów za prowokowanie tych rebelii, to siebie obwiniali za próbę zinstytucjonalizowania schematów ekonomicznych, które niszczyły tkankę hinduskiej kultury. Obecnie wprowadzali politykę uwzględniania także byłej politycznej hierarchii Indii, ale jednocześnie otwierania uniwersytetów i edukowania hinduskiej elity będącej pod mniejszym wpływem przeszłości.

Jednak w tym samym czasie, gdy królowa Wiktorja oferowała możliwości i równość poddanym swego Imperium, Kustoszem Mineralów w British Museum został mianowany Nevil Story-Maskelyne. Ktoś zapomniał dać mu kopię królewskiego orędzia.

Starania Story-Maskelyne by powiększyć zbiory meteorytów Narodowego Muzeum tak, by stały się największe na świecie, były bezkompromisowe. Deklarując, że on i jego pracownicy mogą najlepiej badać i przechowywać meteoryty, prezentował on w swych pracach nastawienie na podobieństwo boskiego autorytetu. Domagał się dla Brytanii wszystkiego, co spadło z bengalskiego nieba: „Meteoryty nie mają narodowości.”

On i Thomas Oldham mieli wkrótce dobrze się poznać.

Meteorytowe wojny rozpoczynają się — kolonialna Kalkuta kontra imperialistyczny Londyn

W swej bardzo ważnej publikacji „Nauka i polityka kolonialnego kolekcjonowania: przypadek indyjskich meteorytów 1856–1870”

Savithri Preetha Nair pisze,

„W początkach lat sześćdziesiątych XIX w. Story-Maskelyne podejmował wielotorowe starania, by pozyskać okazy indyjskich meteorytów wykorzystując naukę jako alibi, by utrzymywać nierównorzędne wymiany. By powiększać narodowe zbiory meteorytów, British Museum, reprezentowane przez Story-Maskelyne, wpływało na rząd Indii, by kontrolował kolekcjonowanie meteorytów wykorzystując środki prawne i środki przymusu. Kolekcjonerzy, urzędnicy, inspektorzy policji i lekarze, wszyscy byli zaangażowani w tę rozległą sieć kolekcjonowania.”

Zarząd British Museum nakłaniał Asiatic Society „do współpracy w rozbudowywaniu narodowej kolekcji... która jest tylko jeden czy dwa punkty niżej od Zbiorów Cesarskich (w Wiedniu),” i do oddawania meteorytowych duplikatów, co ograniczało możliwości Towarzystwa jeśli chodzi o wykorzystywanie ich do wymian za inne okazy. Dla uzyskania lepszego efektu meteoryty miały być fachowo przecinane w Londynie, a nie rozbijane na kawałki w Kalkucie.

Działając bardzo szybko po objęciu stanowiska Story-Maskelyne zdołał przekonać angielskiego ministra spraw zagranicznych, by polecił rządowi Indii przekazać wszystkie meteoryty i zeznania na ich temat do British Museum. Pierwszymi meteorytami, jakie przybyły do Londynu na podstawie tego dekretu, były Parnallee LL3.6 i Dharamsala LL6.

Po przecięciu Natural History Museum zatrzymało dwadzieścia osiem funtów Dharamsali.

Jeden funt został zwrócony indyjskiemu muzeum.

Story-Maskelyne prowadził bezwstydnie jednostronne wymiany. Otrzymał z Asiatic Society trzy funty aubrytu Bustee i dwadzieścia cztery funty chondrytu H5 Yatoor zwracając Towarzystwu zaledwie uncje obu. W roku 1861 i 1862 Asiatic Society odpowiedziało na nieustanne żądania Story-Maskelyne i wysłało jeszcze osiem meteorytów. British Museum przecięło je po wykonaniu kopii, po czym okazy i kopie zostały przekazane do Kalkuty i Wiednia. Znow zwrócone „dary” były skromne.

Nawet niedawne pojawienie się nie tak w końcu rzadkich meteorytów NWA wymienianych przez dealerów za cenne, historyczne okazy z europejskich muzeów błędnie wobec ostatecznego wyczynu Story-Maskelyne.

Gorliwy, nowy brytyjski gubernator Madrasu wysłał do Londynu całą masę Parnallee w zamian za kopię.

Gdy Story-Maskelyne usłyszał tę nowinę, był wniebowzięty. By przypieczętować transakcję, dorzucił „dwa czy trzy ładne okazy meteorytowych duplikatów i żelaznych i kamiennych”. W muzeum w Madrasie pozostał fragment Parnallee ważący około trzech uncji, podczas gdy Story-Maskelyne pozyskał główną masę 130 funtów.

Jego badania pozyskanego materiału nie były bezowocne, a jego inne osiągnięcia są godne uwagi. Udoskonalił mikroskop do badań w świetle odbitym i otworzył naukę na badania minerałów nieprzezroczystych. To bezpośrednio pomogło mu odkryć minerał enstatyt w chondrycie H5 Yatoor. Potem, w roku 1862, nazwał on nowy minerał w aubrycie Bustee „oldhamitem”, z nieznanym powodów honorując w ten sposób swego „rywala”, Thomasa Oldhama. Jednak Maskelyne w widoczny sposób



Chondryt H5, Yatoor. Fot. Peter Marmet.

skupiał się także na gromadzeniu jak największej liczby meteorytów i potroił ich liczbę w narodowej kolekcji.

Teraz był coraz bardziej niezadowolony nawet z zeznań uzyskiwanych od świadków. Gdy stwierdzono później, że cztery osobno nazwane meteoryty pasują idealnie do siebie, zażądał przeglądu tego spadku dzieśięć lat po fakcie. George Osbourne, rządowy urzędnik w Indiach, tłumaczył złą jakoś doniesień zmianą zadań osób odpowiedzialnych, co pogorszyła jeszcze rebelia w latach 1857–1858. Inny urzędnik tłumaczył błędy w zeznaniach „apatią Hindusów i ich naturalną beztroską, jeśli chodzi o notowanie takich zdarzeń.”

W 1863 r. Story-Maskelyne przekazał do odpowiedzialnych agencji w Indiach poprawione instrukcje; dokładną metodologię zbierania zeznań świadków i meteorytów, wszystko z korzyścią dla Narodowego Muzeum w Londynie.

Tarcia między Oldhamem a Story-Maskelyne zaczęły się w roku 1865. Oldham, wykorzystując swe wpływy jako dyrektor Geologicznego Instytutu Indii, przekonał rząd Indii, by zakupić kolekcję 223 meteorytów od pewnego handlarza minerałów w Anglii. Po jej otrzymaniu indyjski zbiór meteorytów rywalizował z kolekcjami w Wiedniu i Londynie, jeśli chodzi o liczbę okazów.

Zgodnie z projektem Asiatic Society, Muzeum Indii zostało otwarte w Kalkucie, w roku 1866. Pokażne zbiory Towarzystwa, biologiczne i mineralogiczne, znalazły swoje miejsce i zostały połączone z kolekcją minerałów i meteorytów GSI. Wśród obiektów przekazanych do nowego miejsca był Shergotty.

Oldham poczynił sobie coraz śmielej. Przerobił protokoły dotyczące spisywania zeznań i zbierania meteorytów autorstwa Story-Maskelyne. Oldham żądał, by nowe spadki były dostarczane do Kalkuty „w celu dystrybucji” do innych instytucji.

W roku 1867, Oldham odwiedził europejskie instytucje z misją poznawczą i przekonał się, że jego rodacy prowadzący badania w Indiach mają takie same kwalifikacje, jak ich odpowiednicy w Europie.

Gdy Oldham wrócił do domu, to wraz z zarządem indyjskiego muzeum postanowił zamienić się ze Story-Ma-

skelyne rolami i podarować British Muzeum cztery fragmenty meteorytów włącznie z Shergotty.

Story-Maskelyne nie zawahał się publicznie zganić Oldhama. W liście stwierdził wyraźnie, że w przyszłości Oldham nie będzie niczego „wybierał”. Nie będzie więcej „darów”. Wszystkie meteoryty mają być wysyłane do Londynu, gdzie badacze mają większe możliwości od tych w Kalkucie. Prawdopodobnie przecięte okazy mogą być zwrócone jako dary do Indii.

I wykazując małostkowość stwierdził, że kolekcja, którą GSI kupił od angielskiego handlarza minerałów, jest bez większego znaczenia, ponieważ składa się jedynie z małych okazów.



Mak lekarski. Rys. Dorothy Norton.

Dokumenty ujawniają, że Story-Maskelyne negocjował zakup niektórych okazów z tej kolekcji i został przelicytowany w ostatniej chwili, gdy grupa Oldhama kupiła ją całą.

Richard Owen, nikczemny dyrektor British Museum (National History), zaaprobował żądania Story-Maskelyne nazywając je „wielką chwilą w wyjaśnianiu jednego z najciekawszych a mało znanych problemów meteorologii i mineralogii”. Owen jest najbardziej znany z potępiania teorii Charlesa Darwina.

Asiatic Society nie uznało uwag Story-Maskelyne za warte skomentowania i zignorowało je, sugerując jedynie, że „dobra wiedza może pochodzić i z małych okazów.”

W odpowiedzi stwierdzili, że gdyby Indie przekazywały wszystkie swoje meteoryty Brytyjczykom, to nikt nie miałby motywacji, by je zbierać. Zarząd Muzeum Indii poszu-

kiwał „muzeum godnego stolicy Indii i ośrodka, z którego wiedza z zakresu nauk przyrodniczych i zainteresowanie nimi mogło promieniować na cały kraj”.

W końcowych aktach „Początku British Raj i spadku Shergotty”, czytelnik odwiedzi XIX-wieczne Shergotty w stanie Bihar i miejsce spadku meteorytu ukazane na ilustracji Dorothy Norton, gdzie zostanie ujawniona tożsamość człowieka, który był świadkiem spadku.

Omówione zostanie odkrycie nowego minerału przez G. Tschermaka i późniejsze odkrycie seifertytu w tym meteorycie.

Zawędrujemy na Marsa, na Meridiani Planum, by poznać kuzyna Shergotty, Bounce.

Kurtyna opadnie po tym, jak agent brytyjskiego handlu opium uratuje Shergotty, dodając tę historię do szeregu największych legend meteorytów.

O autorze

Po uzyskaniu B.A. z ekonomii w Bowling Green State University, Kevin Kichinka wstąpił do Korpusu Pokoju U.S.A. i służył przez trzy lata na Filipinach, najpierw w bankowości, a potem jako asystent na Bicol University. Po wędrowkach przez Nepal, Indie, Tajlandię i Myanmar, po raz pierwszy odwiedził Costa Rica w roku 1985. Przeniósł się tam w 1991 r. i zajął się pisaniem i organizowaniem wypraw na wulkany i do lasów deszczowych. Jego książka, *The Art of Collecting Meteorites* (zob. www.theartofcollectingmeteorites.com) wciąż jest w sprzedaży. Zdobywał nagrody wykonując muzykę klasyczną na pianinie. Obecnie medytuje wśród drzew mango w Santa Ana, Costa Rica: „Om mani padme hum...” Jego e-mail jest: MARSROX@gmail.com.



Meteorytowe znaleziska południowej Anglii

Andrzej S. Pilski

Na liście meteorytów z terenu Anglii znajdują się niemal wyłącznie obserwowane spadki. Są tylko dwa znaleziska; oba z terenów położonych między Winchesterem, a słynnymi kręgami kamiennymi Stonehenge. Miejsca znalezienia tych meteorytów dzieli tylko niewiele ponad 20 kilometrów, więc podejrzewano najpierw, że mogą pochodzić z jednego spadku, tym bardziej że oba są chondrytami typu H5. Stwierdzono jednak, że dzieli je zbyt duża różnica wieku ziemskiego, więc musiały spaść osobno.

Mimo małej różnicy odległości meteority znaleziono na terenie różnych hrabstw. Meteoryt Danebury, którego miejsce znalezienia odwiedziłem, bo jest bliżej Winchesteru i dostępne dla publiczności, znaleziono w hrabstwie Hampshire, a meteoryt Lake House w hrabstwie Wiltshire, w którym jest Salisbury i Stonehenge. Dlatego po zakończeniu badań w Londynie meteoryt Lake House przekazano we wrześniu do muzeum w Salisbury i tam zamierzam go odwiedzić w przyszłym roku.

Historię obu meteorytów przedstawił w zeszłym roku na konferencji Meteoritical Society w Greenwich, profesor Colin T. Pillinger ze współpracownikami, zarówno w formie plakatów jak i na specjalnym wykładzie, którego wersja przedstawiona na posiedzeniu the Royal Society, jest wciąż dostępna w internecie: <http://royalsociety.tv/rsPlayer.aspx?presentationid=1035>

Meteoryt Danebury to niewielki kamyk odnaleziony w roku 1974 podczas wykopaliśk archeologicznych prowadzonych przez szereg lat w forcie z epoki żelaza na wzgórzu Danebury. Epoka żelaza trwała w Anglii, podobnie jak na kontynencie europejskim, od około 800 p.n.e. do okupacji rzymskiej w pierwszym stuleciu naszej ery. Po tym okresie pozostały liczne ślady fortyfikacji na wzgórzach, głównie w postaci wałów ziemnych.

W forcie Danebury odkryto liczne doły służące do przechowywania zapasów zboża. Okazało się, że ziarno umieszczone w dołach wykopanych w wapiennej skale i przykryte gliną, zaczynało fermentować tylko na brzegach tworząc beztlenowe środowisko, w którym reszta ziarna mogła przetrwać przez długi czas. Po zimie i zużyciu zapasów doły zasypywano i wykopywano nowe na następne zbiory.

Meteoryt Danebury został odnaleziony jako kamyk około 30 g, o zwietrzałej powierzchni, podczas wykopaliśk w zasypianym dole numer 706. Doły zasypywano zwykle wapieniem wydobytym z wykopywanych nowych dołów. Gdy materiał się uleżał, dosypywano resztę, by wyrównać teren. Położenie meteorytu wskazywało, że wpadł on do dołu po jego wstępnym zasypianiu, a przed dodaniem drugiej warstwy. Najprawdopodobniej więc znaleziono go tam, gdzie spadł. Wiek ziemski meteorytu oceniono na 2350 lat temu, co pokrywa się z okresem największej rozbudowy fortu. Meteoryt sklasyfikowano najpierw jako chondryt zwyczajny H6 (Meteoritical Bulletin, 1991), ale prof. Pillinger podał na plakacie, po ostatnich badaniach, typ H5 o niskim stopniu zwietrzenia W1/2. Najwidoczniej wapienne otoczenie dobrze kamykowi służyło. Po wstępnym sklasyfikowaniu kamyk gdzieś się zapodział i dopiero w roku 2008 udało się odnaleźć 20 g fragment, który obecnie jest w Natural History Museum.

Na zachód od fortu Danebury, nad rzeką Avon, zaledwie kilka kilometrów od Stonehenge, jest posiadłość Lake House z szesnastowiecznym pałacem. Na początku XX wieku kupił ją podpułkownik F.G.G. Bailey. Już wtedy przy drzwiach wejściowych leżał okazały kamień, uważany za meteoryt. Gdy w roku 1991 rodzina Bailey zdecydowała się sprzedać Lake House Stingowi, „meteoryt dziadka” postanowiła oddać w depozyt do Na-

tural History Museum w Londynie. W Muzeum jest list w tej sprawie od Robina Baileya, na którym profesor Robert Hutchison, wówczas kustosz meteorytów w Natural History Museum, napisał odręcznie z datą 16 września 1991 r.: „prawdopodobnie chondryt, Ol + Px + Ct...? Metal z Ni ... siarczki”. Nie wiadomo jednak, dlaczego meteoryt nie został wówczas oficjalnie sklasyfikowany. Nawet na temat jego dalszego losu są sprzeczne informacje. W jednych źródłach można przeczytać, że meteoryt został zwrócony właścicielowi, w innych, że złożono go w magazynie Muzeum.

W ostatnich latach zainteresował się obydwojema meteorytami profesor Colin Pillinger z Open University. Dokładniejsze badania fragmentu meteorytu z Lake House pokazały, że jest to silnie zwietrzały (W5) chondryt H5. Mimo różnicy stopnia wietrzenia, taki sam typ petrologiczny i niewielka odległość miejsc znalezienia tego meteorytu i Danebury nakazywały rozważyć, czy nie jest to jeden i ten sam spadek. Profesor Pillinger odszukał meteoryt Danebury i wyznaczył wiek ziemski obu meteorytów. Okazało się, że wiek ziemski meteorytu z Lake House wynosi około 10000 lat, więc nie mógł on spaść jednocześnie z meteoritem Danebury.

Pozostał do rozwiązania problem, skąd wziął się ten meteoryt w posiadłości Lake House. Wraz z żoną Judith profesor Pillinger przeprowadził drobiazgowy śledztwo, którego nie powstydziliby się Sherlock Holmes. Archiwalne zdjęcia pokazały, że meteoryt leżał przy drzwiach frontowych już w roku 1908, jeszcze zanim podpułkownik Bailey nabył tę posiadłość. Wcześniej była ona własnością piwowara Josepha Lovibonda, który był też wybierany na burmistrza Salisbury. Czy jednak interesował się on meteorytami w takim stopniu, by móc rozpoznać pozaziemskie pochodzenie kamienia?

Prześledzono dokładnie historię posiadłości Lake House, jej poprzednich właścicieli i osób z nimi związanych, poszukując kogoś o zainteresowaniach sugerujących, że mógłby on zwrócić uwagę na znaleziony meteoryt. Ewentualność, że mógł on być przywieziony przez kogoś z kolonii, została dość szybko odrzucona. Izotopy tlenu wskazywały, że meteoryt uległ wietrzeniu w chłodnym klimacie. Ponadto fragmenty wapienia przylegające do powierzchni meteorytu odpowiadały wapiennym skałom z okolic Lake House. Prawdopodobnie więc meteoryt został odnaleziony gdzieś w pobliżu. W okolicy Lake House przebiega południowa granica zlodowaceń w Anglii. Długi wiek ziemski sugeruje, że meteoryt mógł spaść na lodowiec i zostać przetransportowany do jego czoła.

Kto jednak mógł rozpoznać meteoryt? Zdaniem prof. Pillingera spośród poprzednich właścicieli posiadłości najbardziej prawdopodobnym znalazcą wydaje się Edward Duke, kolekcjoner zabytków, który przekopywał okoliczne kurhany szukając zabytków archeologicznych. Prawdopodobnie meteoryt znajdował się w grobowcu usypanym z kawałków wapienia i wapień ochronił go przed całkowitym rozpadem.

Meteoryt został ostatnio sklasyfikowany i opublikowany w *Meteoritical Bulletin* (2012) pod dwiema równorzędnymi nazwami: Lake House i Wiltshire, jako znaleziony w początkach XX wieku chondryt H5, o stopniu szokowym S4 i stopniu zwietrzenia W5. Jest to ciemnobrązowa bryła z licznymi spękaniami, ważąca 92,75 kg. Jest to więc największy brytyjski meteoryt. Ma widoczne chondry, głównie porfirowe, ale także belkowe oliwinowe i promieniste piroksenowe. Meteoryt przecinają liczne żyłki wypełnione produktami wietrzenia.

Właściciel meteorytu zgodził się na jego długotrwałe wypożyczenie i we wrześniu meteoryt został uroczystie przekazany na wystawę w Salisbury and South Wiltshire Museum, gdzie znalazł się w stosownym otoczeniu zabytków archeologicznych pochodzących z okolicznych kurhanów. Prawdopodobnie bowiem pochodzi z takiego kurhanu, w którym umieścił go jeden z druidów poszukujących na równinie Salisbury niezwykłych kamieni.

Lake House, znane dotąd miłośnikom Stinga jako jego ulubione miejsce, o którym śpiewa w „Fields of Gold”, teraz zasłynęło z powodu znalezienia największego brytyjskie-

go meteorytu. Ciekawe, czy Sting żałuje, że nie kupił meteorytu razem z posiadłością.

Zdjęcia obu meteorytów można zobaczyć na stronie: <http://www.open.ac.uk/blogs/meteorite/?p=1540>

Bibliografia

R. Greenwood (2012) A Meteorite detective story. *Meteorites: The Blog from the Final Frontier* <http://www.open.ac.uk/blogs/meteorite/?p=1303>

R. Greenwood (2012) The Meteorite from Lake House – Journey's End? *Meteorites: The Blog from the Final Frontier* <http://www.open.ac.uk/blogs/meteorite/?p=1540>

C. T. Pillinger and J. M. Pillinger (2011). Evaluation of various hypotheses relating to the location of the fall and the subsequent history of a large meteorite lately recovered in Wiltshire, UK. *Meteoritics & Planetary Science*, 46, A187.

C. T. Pillinger, J. M. Pillinger, R. C. Greenwood, D. Johnson, A. G. Tindle, A. J. T. Jull and D. W. H. Allen (2011). The Danebury iron age meteorite. *Meteoritics & Planetary Science*, 46, A188.

C. T. Pillinger, J. M. Pillinger, R. C. Greenwood, D. Johnson, A. G. Tindle, A. J. T. Jull and M. Ashcroft. (2011). The meteorite from Lake House. *Meteoritics & Planetary Science*, 46, A188.



Nowy spadek w Chinach

Li Bofang (tekst) i Wu Yonghui (zdjęcia)

Artykuł ukazał się najpierw w *METEORITE*, Vol. 18, No. 2. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2012

Zbieram meteoryty od około dziesięciu lat. Moja praca w biurze lokalnej administracji nie pozostawia mi wiele czasu na szukanie meteorytów na obiecujących obszarach rozrzutu czy na polowanie na bolidy, gdy pojawiają się informacje o nich. Większość moich informacji o meteorytach pochodzi z internetu, zwłaszcza z Nowin, które pojawiają się codziennie w mojej poczcie elektronicznej.

Gdy 15 lutego 2012 r. tak jak każdego ranka otworzyłem pocztę, rzucił mi się w oczy nietypowy nagłówek: „Dziwny kamień wylądował we wsi Xiaosigou, w powiecie Huangzhong, prowincji Qinghai.” Kliknąłem na szczegóły i zobaczyłem zdjęcie meteorytu wielkości futbolówki pokry-

tego świeżą skorupą. Gdy czytałem tę relację, przybył drugi artykuł, tym razem zatytułowany „Mieszkańcy wsi Baiya i Hergey, powiatu Huangzhong, prowincji Qinghai, także mówili, że w ich wsiach spadły meteoryty w południe, 11 lutego.” Przyszło mi na myśl słowo „deszcz”. Od dłuższego czasu nie było w Chinach deszczu meteorytów. Ostatni był w roku 1997. Szybko poprosiłem w biurze o kilka dni wolnego, kupiłem bilet na samolot, i przygotowałem sprzęt do poszukiwań w terenie. Następnego ranka udało mi się wyjechać z Pekinu wraz z Wu Yonghui, która zrobiła zdjęcia towarzyszące tej relacji.

Do Xining, stolicy prowincji Qinghai, przybyliśmy 16 lutego o 10 rano. Po załatwieniu noclegów wypożyczy-

łem samochód i pojechaliśmy na miejsce spadku w powiecie Huangzhong, około 50 km na północny zachód od Xining. Doniesienia o spadku meteorytów pochodziły z czterech wsi. Wszystkie one były z grubsza na jednej linii biegnącej z północy na południe: Hergey, Xiaosigou, Yehong i Baiya. Ten region jest górzysty i każda z tych wsi znajduje się w dolinie. Najpierw przyjechaliśmy do wsi Baiya. Meteoryt wylądował na polu, na południowym skraju miejscowości. Świadkowie mówili, że było to o 1:30 po południu, czasu pekińskiego, 11 lutego 2012 r. Słyszeli oni głośny hałas, a potem coś spadło na pole. Uderzenie rozrzuciło błoto i ziemię oraz wzbiło chmurę pyłu. Gdy wieśniacy przyszedli na to miejsce, znaleźli w małym kraterze

rozbity kamień z ciemną powierzchnią i białym wnętrzem. Wiele fragmentów było rozrzuconych wokół krateru. Wieśniacy nie wiedzieli, co to za kamień. Ktoś rzucił na kamień trochę śniegu, by zobaczyć, czy jest gorący. Śnieg się stopił, ale nie podniosła się para. „Był ciepły” powiedział mi jeden ze świadków. Największy fragment ze wsi Baiya ważył około 7,5 kg. Otaczające go odłupane kawałki ważyły od kilku gramów do około 1kg. Sądząc z jego kształtu i wyglądu powierzchni po odłupaniu wydaje się, że całkowita waga kamienia, który spadł, powinna być prawie dwukrotnie większa niż waga największego znalezionej fragmentu. Po wypytaniu świadków, zanotowaniu współrzędnych i zrobieniu zdjęć, pojechaliśmy do wsi Xiaosigou.

Pan Hou, mieszkaniec wsi Xiaosigou, powiedział, że on także widział spadek około południa, 11 lutego. Gdy po zjedzeniu obiadu chodził po podwórzu, usłyszał głośny hałas i zobaczył, jak coś uderzyło w wierzchołek góry na końcu wsi. Hou wraz z sąsiadem pobiegli na miejsce spadku i przynieśli do domu nietknięty, całkowity okaz meteorytu. Bryła z Xiaosigou waży około 12,5 kg i ma powierzchnię pokrytą regmagliptami. Okazało się, że to ten kamień widziałem w internetowych wiadomościach przed wyruszeniem w podróż.

Dwa albo trzy kilometry na zachód od Xiaosigou leży wieś Yehong. Zanim tam przybyłem, od spadku minęło 5 dni. Mieszkańcy zbierali się przed domami i rozmawiali o spadku meteorytu. Gdy dowiedzieli się, że szukam meteorytów, jeden z wieśniaków zaprowadził mnie do swego domu i pokazał małą, plastikową torebkę zawierającą około 30 gramów



Fot. 1. Gdy przybyliśmy do wsi Yehong, mieszkańcy szukali fragmentów meteorytu wokół miejsca spadku. Ponieważ meteoryt uderzył w beton, roztrzaskał się na wiele małych kawałków.

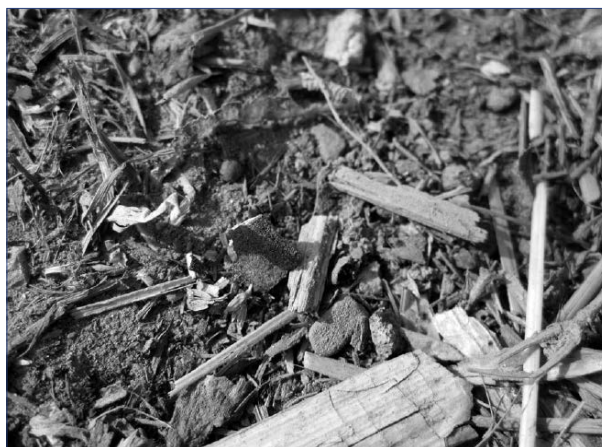
fragmentów meteorytu. Otworzyłem ją i wyjąłem fragment ze skorupą. Skorupa jest dość ciemna i silnie kontrastuje z białym wnętrzem. Wyraźnie było widać żyłki szokowe i drobne, lśniąco-ziarniste metalu, ale trudno było znaleźć wyraźnie widoczne chondry. Pomyślałem sobie: „chondryt zwyczajny L5 lub 6, a stopień szokowy około 3”. Wieśniak, przypuszczając, że mógłbym być zainteresowany zakupem tych fragmentów, zaoferował mi je za 4000 juanów, czyli około 650 dolarów USA. Zaakceptowałem jego cenę bez wahania i poprosiłem, by zaprowadził mnie na miejsce spadku. Meteoryt wylądował na głównej, betonowej drodze we wsi i zrobił płytki krater na północnym skraju drogi. Grupa wieśniaków z magnesami szukała fragmentów meteorytu wokół krateru. Zrobiłem trochę zdjęć i przyłączyłem się do grupy, by też poszukać. Miałem

szczęście i udało mi się znaleźć samodzielnie mały kawałek ze skorupą. Jeden z wieśniaków powiedział, że od momentu spadku setki ludzi przeszukiwały codziennie okolice krateru i znalezienie nowych fragmentów jest coraz trudniejsze. Meteoryt roztrzaskał się o betonową drogę i rozpadł na bardzo dużą liczbę fragmentów. Na podstawie wielkości krateru oceniłem, że masa nie powinna być mniejsza niż 5 kg, a być może i więcej.

Po pożegnaniu wieśniaków z Yehong, pojechaliśmy do Shangwuzhuang, małego miasteczka blisko wsi Hergey. W Shangwuzhuang przeważają muzulmanie. Budynki, włącznie z meczetem, są w stylu islamskim, a potrawy podawane w miejscowych restauracjach odzwierciedlają lokalną kulturę. Poszedłem do jednej z większych restauracji w miasteczku i zamówiłem danie z makaronem. Kelnerka



Fot. 2. Siła uderzenia uszkodziła ulicę we wsi Yehong, pozostawiając mały krater uderzeniowy.



Fot. 3. Choć setki ludzi przeszukiwały wcześniej to miejsce, znaleźliśmy obok krateru w Yehong mały fragment ze skorupą.



Fot. 4. Pan Ma, mieszkający w Herguy, pokazuje wgłębienie, które pozostawiła główna masa uderzając w ziemię przed jego kurnikiem.



Fot. 5. Autor, Li Bofang, na miejscu spadku we wsi Herguy.

podawała mi filiżankę herbaty. Ponieważ przez kilka godzin nie miałem nic do picia, byłem dość spragniony, i rzuciłem się na herbatę jak smok. Byłem tak zaskoczony, że omal jej nie wypłułem, gdy po pierwszym łyku odkryłem, że była zupełnie inna, niż to, do czego byłem przyzwyczajony. Smakowała jak sól zmieszana z pieprzem!



Fot. 6. Pan Ma i jego sąsiad pokazują fragment ważącego około 5 kg kamienia z Herguy i zdjęcie całego meteorytu pokrytego skorupą.

Herguy była najbardziej na północ ze wsi, z których pochodzili wieści o spadku. Gdy jej mieszkańcy zorientowali się, że szukam i kupuję meteoryty, stłoczyli się wokół mnie i poprowadzili mnie na miejsce spadku. Było to na podwórzu pewnej rodziny. Pan Ma pokazał mi krater, który był tuż przed kurnikiem. Rodzina była w szoku po tym jak meteoryt rozbił się na ich podwórzu i zanim doszli do siebie, sąsiedzi zabrali już

większość fragmentów. Odzyskali od sąsiadów główną masę, ważącą prawie 5 kg, i cenili ją jako dar od Allacha. Gdy Wu robiła zdjęcie tego miejsca, pan Ma znalazł mały kawałek meteorytu na dachu swego kurnika i dał mi w prezencie.

Przez następne dwa dni jeździłem wokół wiosek, by szukać i kupować fragmenty meteorytów. Wieśniacy nie spieszyli się ze sprzedawaniem swych meteorytów mając nadzieję na uzyskanie bardzo wysokich cen. Otrzymałem trochę skrajnych ofert włącznie z zupełnie ekstrawagancją ofertą 10 gramów fragmentów za 10000 juanów! Zauważyłem także, że na niektórych fragmentach zaczyna pojawiać się rdza.

Wróciłem już do Pekinu, do swoich codziennych obowiązków, ale te trzy dni, które spędziłem podróżując po miejscu spadku, pozostały na zawsze w pamięci. To był szósty, zarejestrowany

deszcz meteorytów w Chinach od roku 1949 i pozostało jeszcze wiele do zrobienia, włącznie z mapą obszaru rozrzutu, nad którą obecnie pracuję. Pod koniec każdego dnia, po skończeniu mojej pracy, poświęcam trochę czasu na przygotowania do dnia, kiedy będę mógł tam powrócić. Mam nadzieję na więcej nowych znalezisk, gdy śnieg wokół wsi stopnieje.

Pan Li Bofang jest członkiem Meteoritical Society. Kolekcjonuje meteoryty od dziesięciu lat i w roku 2006 założył stronę internetową Forum Chińskich Kolekcjonerów Meteorytów.

Pani Wu Yonghui jest członkiem IMCA (#1371) od roku 2007.



Fot. 7. Na przekroju wewnątrz kamienia z Herguy jest niemal białe. Widać żyłki szokowe i bardzo nieliczne chondry. Oprócz fragmentu pokazano tu zdjęcie całego kamienia.

Od redaktora „Meteorite”

W czasie przygotowywania artykułu ten meteoryt nie był oficjalnie nazwany i sklasyfikowany. Informacja o potencjalnej nazwie i klasyfikacji jest wstępna i opiera się jedynie na wizualnej ocenie autora. Pierwsze fragmenty tego meteorytu były sprzedawane pod nazwą ‘Xining,’ chociaż w czasie pisania nie była to nazwa ani oficjalna ani prowizoryczna. Wspominam o tym, by uniknąć nieporozumień i ułatwić powiązanie tych pierwszych okazów z przyszłą, formalnie przyjętą nazwą, której jeszcze nie określono.

LM

Piknik Meteorytowy w Dzięgielowie

Wadi i Woreczko

21 lipca czarne chmury wisiały nad całą południową Polską i nerwów od rana było sporo. — Czy będzie padać? — to pytanie zadawali sobie nie tylko Państwo Cimała, ale wszyscy, którzy jechali z całej Polski na VI Piknik Meteorytowy do Dzięgielowa. Deszcz tylko na początku pokrzyżował plany i pierwsi goście zostali podjęci w domu. Na szczęście szybko można się było przenieść „na pole”. Towarzystwo rozsiało się tak, jak lubi, przy stole ustawionym pod drzewem w wypieszczonym ogrodzie.

Były tradycyjne pogawędky o meteorytach i nie tylko. Dzięki marokańskim kontaktom Marcina Cimały można było wziąć w ręce meteoryty Taza. Dużo meteorytów Taza, niektóre miały nawet kilka kilogramów!

Woreczko prezentował duże płytki chondrytu węglistego NWA 4446. Kazio Mazurek natomiast zafundował nam opowieść o dawnych meteorytowych czasach, pokazując stare zdjęcia z konferencji, pikników i nieformalnych spotkań. Oczywiście 5 czy 10 lat temu ten światek wyglądał inaczej (trochę młodziej i szczuplej) ale meteorytowa pasja nic a nic się nie zmieniła. Wieczorem było kino pod gwiazdami, tymi spadającymi. W ogrodzie udało się zamontować ekran i rzutnik i puścić kilka filmowych bestsellerów, np. radziecki film z 1956 roku o spadku Sikhote-Alin, produkcje National Geographic czy BBC o Almahata Sitta i o meteorytach ogólnie. Niektórych uczestników pikniku można było zobaczyć i w realu i na ekranie, w filmie zrealizowa-

nym przez Uniwersytet w Poznaniu — prof. Andrzej Muszyński, Kazimierz Mazurek i Andrzej S. Piłski zajmująco opowiadali o meteorycie Morasko. W innym filmie zobaczyliśmy z kolei porozumienie dusz i skuteczność, czyli Magdę Skirzewską i Łukasza Smulę w akcji — czyli jak się szuka i znajduje meteoryty. Natomiast Ci, których intrygowało pytanie, co meteoryt ma w środku, udali się do piwnicy na zajęcia w podgrupie. Mogli podpatrzeć, jak Mistrz Marcin tnie, poleruje i suszy. Kamienie z nieba były jak zwykle dobrym pretekstem do spotkania i rozmów o życiu, miłości, szczęściu, a nawet o pomidorach i szklarence zabranych przez huragan. Państwo Cimała ugościli nas po królewsku. Dziękujemy. 



Tazy na stole.



NWA 4446.



Wspomnienia Kazia Mazurka.



Prof. Andrzej Muszyński na ekranie.

Prymitywne meteoryty

Roger Warin i John Kashuba

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 18, No. 3. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2012

Podobnie jak jądra komet, meteoryty, które przybywają z chłodniejszych okolic Układu Słonecznego, zachowują wyraźny, prymitywny charakter. Są one porowate i zawierają lotną materię włącznie z wodą. Prawdopodobnie ich ciała macierzyste znajdują się dalej od Słońca. Ta mała klasa prymitywnych chondrytów jest dobrze znana miłośnikom meteorytów. Trudne do zinterpretowania fascynują nas i pobudzają naszą ciekawość. Są czarne lub szare, kruche, z licznymi, małymi, białawymi plamkami. Ludzie, którzy byli świadkami ich spadków, mówią że czuli związki siarki. Te meteoryty są także dość węgliste i doznały oddziaływania wody.

Historia dała nam spadki meteorytów, które użyczyły swych nazw grupom chondrytów węglistych, podzielonych ze względu na petrologię. Chondryt Ivuna spadł w Tanzanii 16 grudnia 1938 r. i dał nazwę grupie CI. Litera C oznacza węgliste, a litera I jest od Ivuna. Sam meteoryt Ivuna jest typu CI1, gdzie cyfra 1 wskazuje na znaczne przeobrażenia pod wpływem wody. Meteoryt z mniejszymi zmianami wskutek działania wody byłby oznaczony 2, a bez przeobrażeń (lub prawie) miałby numer 3. Słynny francuski meteoryt Orgueil należy do tej samej grupy CI1. Vigarano spadł o 9:30 wieczorem, 22 stycznia 1910 r. w regionie Emilia-Romania, we Włoszech. Przeważająca większość meteorytów grupy CV należy do typu CV3. Opisano także z pół tuzina innych grup chondrytów węglistych.

Przyjrzyjmy się jednemu z niedawnych spadków. Meteor zaobserwowano o 16:43, 18 stycznia 2000 r. nad południowym Yukonem i północno-zachodnią Kolumbią Brytyjską w Kanadzie. Tysiące fragmentów znaleziono na zamrożonej powierzchni jeziora Tagish, głównie w odnodze Taku. Zebrano łącznie około 10 kg. Meteoryt Tagish Lake został sklasyfikowany jako „niezgrupowany C2” i jest jednym z najbardziej prymi-

tywnych meteorytów, jakie znamy. Prymitywny oznacza tu, że proporcje pierwiastków chemicznych są niemal takie same, jak w Słońcu (z wyjątkiem najbardziej lotnych pierwiastków, których brakuje).

Podobnie jak wszystkie meteoryty typu 2, Tagish Lake uległ znacznym przeobrażeniom pod działaniem wody. To oddziaływanie wytworzyło krzemiany warstwowe. Około 70% minerałów w Tagish Lake stanowią: saponit (z minerałów ilastych grupy smektytu) oraz serpentyn magnetyt. Tworzą one optycznie gęstą, drobnoziarnistą matriks tego meteorytu. Warstwowa struktura tych minerałów oferuje duże powierzchnie, do których są adsorbowane liczne cząsteczki organiczne. Są to dogodne powierzchnie dla abiotycznych czy prebiotycznych syntez, ponieważ duże powierzchnie krzemianów warstwowych pozwalają na katalizę cząsteczek, dla których wytworzenia ma zasadnicze znaczenie orientacja przestrzenna. Podkreślamy z naciskiem, że w te procesy nie są zaangażowane żadne formy życia.

Większość węgla zawartego w Tagish Lake jest w minerałach węglanowych. Zaskakujące było odkrycie, że wśród prymitywnych chondrytów Tagish Lake ma największą zawartość węglanów, około 8%. Są to węglany Fe, Mg, Ca i Mn takie jak kalcyt, dolomit i breuneryt. Syderyt pojawia się w wyniku przesączania się wody szczelinami.

Chondry, skupienia oliwinu i wysokotemperaturowe inkluzje bogate w wapń i glin, są białymi i szarymi plamkami we wspomnianej wcześniej matriks. Siedem procent meteorytu Tagish Lake stanowi oliwin. Jest to niemal czysty forsteryt, z magnetytowego końca szeregu, nie zanieczyszczony kationami Fe^{2+} . Jest to wyjątkowe i może być, że wskazuje na silnie redukcyjne środowisko.

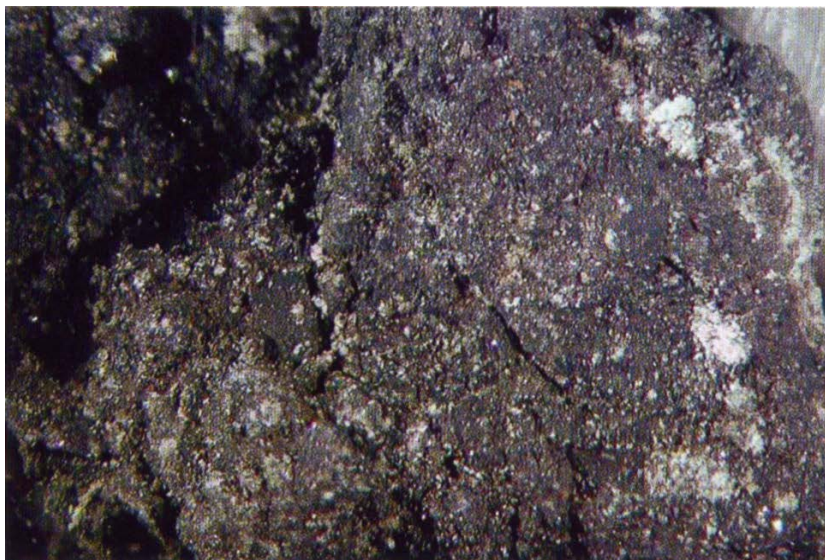
Pozostałe minerały to przeważnie pirotyn, podstawowy siarczek żelaza; pentlandyt, rzadko spotykany siar-

czek żelaza i niklu, oraz magnetyt, podwójny tlenek żelaza Fe^{2+} i Fe^{3+} . Magnetyt należy do grupy spineli i jest minerałem wysokotemperaturowym. Mógł on powstać przed uformowaniem się tego prymitywnego chondrytu.

Meteoryty kamienne pochodzące z ciał, które ulegały dyferencjacji, zawierają tylko niewielkie ilości węgla. Występuje on w postaci ziaren grafitu, nanodiamentów i czasem moissanitu, mineralnej postaci węgla krzemu. W przeciwieństwie do nich prymitywne chondryty, które nie przechodziły obróbki magmowej, zawierają dużo różnych cząsteczek organicznych. Wydaje się, że ich różnorodność nie ma granic. Chemia węgla jest dość bogata, co pokazały różne publikacje, jak na przykład Schmitt-Kopplin, Philippe; Zelimir Gabelica, Régis D. Gougeon et al. 2010. Te obserwacje skłaniają nas do zastanowienia się nad często równoległym chemizmem krzemu i węgla.

Odkrywanie cząsteczek organicznych w meteorytach dziwi czasem osoby sądzące, że związki organiczne mogą tylko wskazywać na obecność życia. To prawda, że wszystkie cząsteczki związane z procesami życiowymi są organiczne, ale jest wiele innych cząsteczek organicznych, które nie są wskaźnikami życia. Organiczne, oznacza po prostu związki oparte na węglu, węglowodory i ich pochodne. Podczas gdy wodór pochodzi z Wielkiego Wybuchu, to węgiel i krzem, wraz z tlenem, azotem, fosforem, siarką i żelazem zostały głównie wytworzone w późniejszych pokoleniach gwiazd w wyniku gwiazdowej nukleosyntezy. Kolekcjonerom meteorytów dobrze są znane krzemiany (związki chemiczne krzemu i tlenu), które są najczęściej występującymi minerałami skałotwórczymi.

Podczas gdy krzem tworzy silne wiązania z tlenem, węgiel może wiązać się ze sobą i z wszystkimi innymi pierwiastkami chemicznymi w różnych przestrzennych konfiguracjach



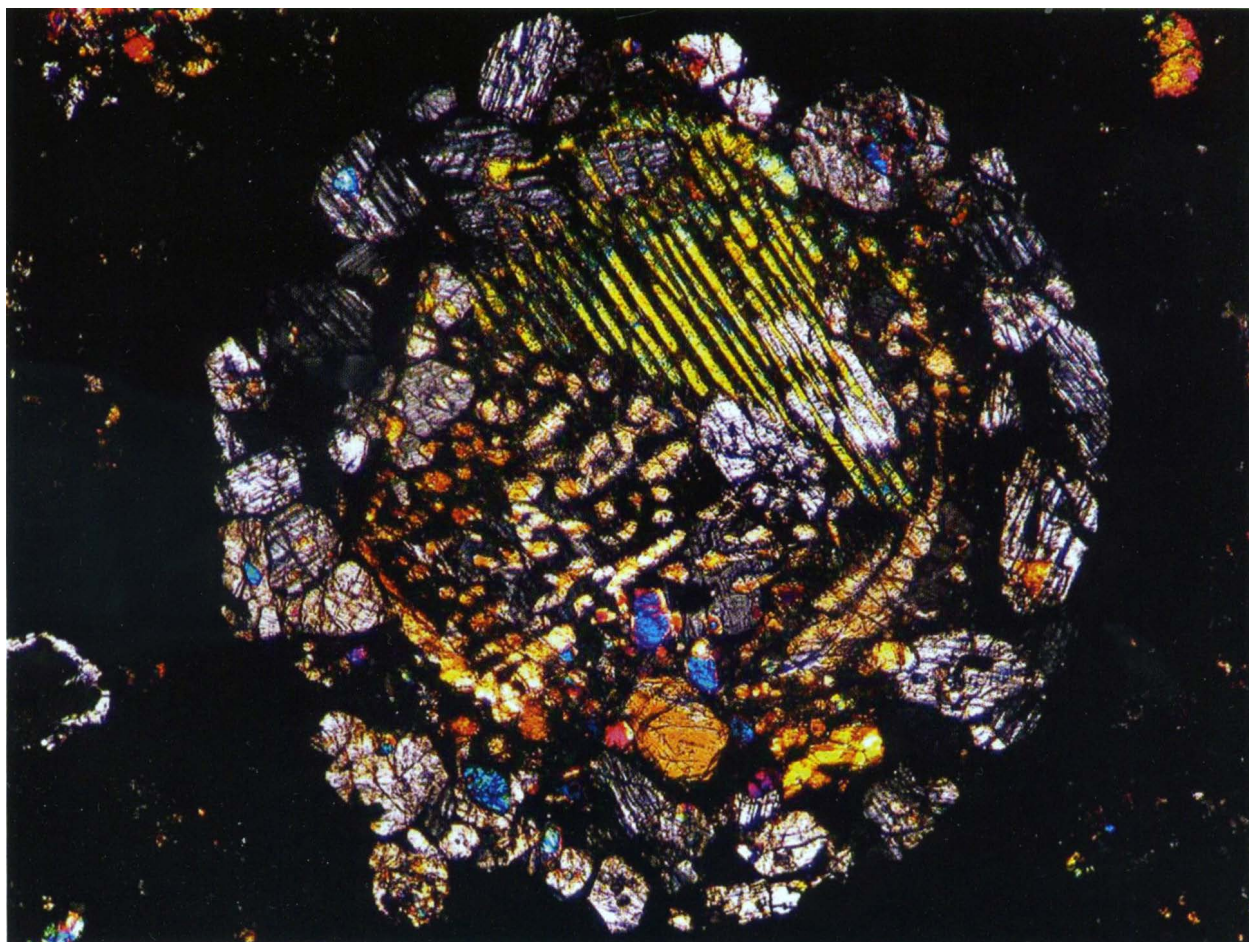
Fot. 1. Fragment meteorytu Orgueil C11, który spadł we Francji, w roku 1864. Meteoryt Orgueil jest największy z zaledwie 9 znanych chondrytów grupy C11.

Fot. 3. Fragment meteorytu Tagish Lake ze lśniącą skorupką. Długość 22 mm. Meteoryt Tagish Lake spadł 18 stycznia 2000 r. w Kolumbii Brytyjskiej, w Kanadzie, i jest jednym z najbardziej prymitywnych ze znanych meteorytów.



(liniowej czyli 180° , trygonalnej czyli 120° , czworosścienniej czyli $109,28^\circ$). Heteroatomy (czyli w strukturze cząsteczki atomy inne niż węgla czy wodoru) tworzą punkty potencjalnej reaktywności chemicznej. Chemia węgla nadaje się do rozwoju życia, ponieważ możliwość kombinacji jest nieskończona i ponieważ trzeba niewiele energii, by wytworzyć i zerwać wiązania. W chemii krzemu potrzeba więcej energii.

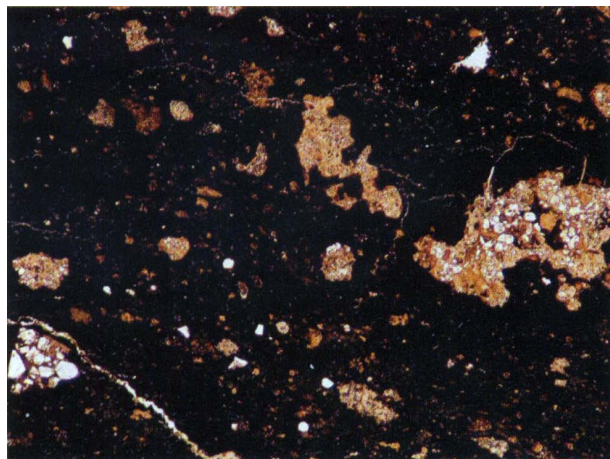
Na Ziemi procesy oparte na węglu i krzemie nie współdziałają ze sobą w naturalny sposób, chociaż dziś chemicy wytwarzają związki organometaliczne, silikony, złożone polimery, katalizatory molekularne



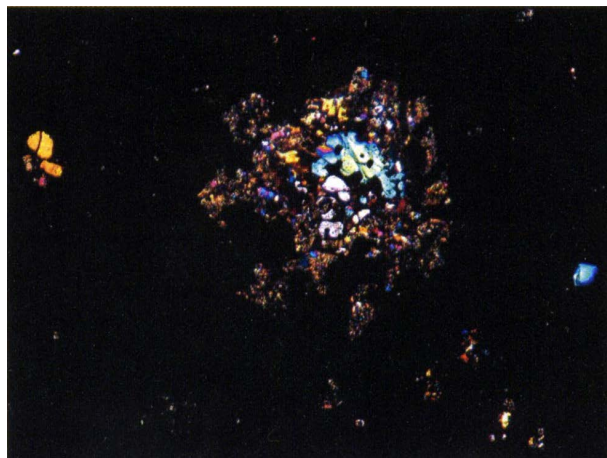
Fot. 2. Złożona chondra w chondrycie Vigarano, który dał nazwę grupie CV chondrytów węglistych. Płytkę cienką przy skrzyżowanych polaroidach.

i inne. W kosmosie nie znamy niczego, co by przeszkadzało wzajemnemu oddziaływaniu procesów krzemu i węgla. Jonowe i kowalენტne mechanizmy syntezy mogą łączyć się z licznymi rodnikami. Ponieważ ich niskotemperaturowe pochodzenie zachowało delikatne cząsteczki organiczne, prymitywne chondryty są jedynymi meteorytami, które mogą dostarczyć dowodów.

Dziękuję prof. Andrzejowi Maneckiemu za merytoryczną korektę tłumaczenia.

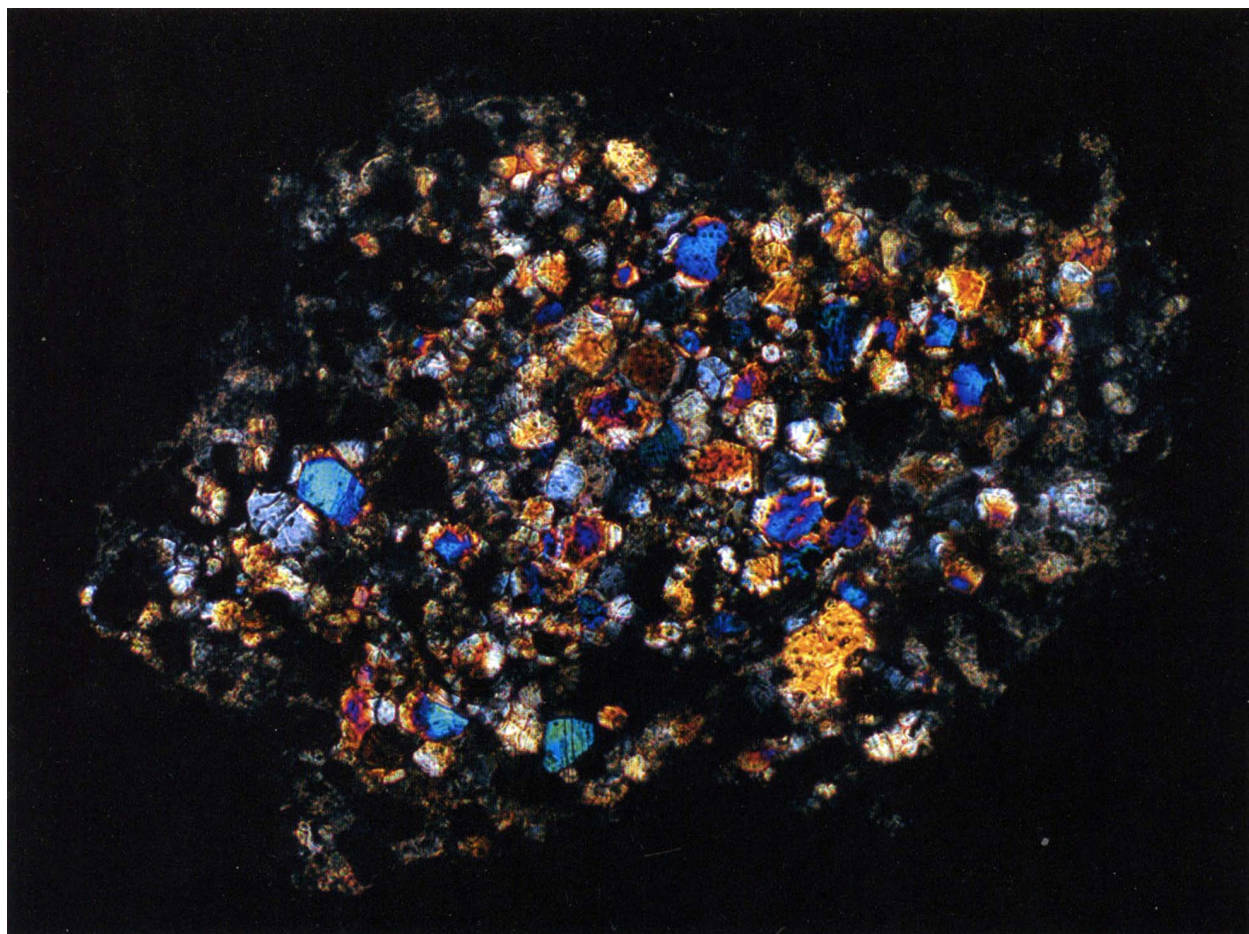


Fot. 4. Niezgrupowany chondryt C2, Tagish Lake. Płytkę cienką w świetle przechodzącym. Pole widzenia ma 3 mm szerokości. Meteoryt Tagish Lake zawiera nieliczne chondry, izolowane ziarna i skupienia oliwinu w nieprzezroczystej matriks z drobnoziarnistych, warstwowych minerałów ilastych



Fot. 5. Niezgrupowany chondryt C2, Tagish Lake. Skupienie oliwinu. Płytkę cienką przy skrzyżowanych polaroidach.

Dr Roger Warin jest emerytowanym chemikiem. John Kashuba jest emerytowanym inżynierem budownictwa.



Fot. 6. Niezgrupowany chondryt C2, Tagish Lake. Skupienie oliwinu. Płytkę cienką przy skrzyżowanych polaroidach.

Wtórne procesy na ciałach macierzystych chondrytów

Alan Rubin

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 18, No. 2. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2012

Po uformowaniu się w mgławicy słonecznej i przyłączeniu się do macierzystych planetoid, większość chondrytów uległa przeobrażeniom w wyniku wtórnych procesów, takich jak metamorfizm termiczny, zmiany pod wpływem wody i szok ciśnieniowy. Choć te procesy przez długi czas były postrzegane, jako odrębne, najnowsze badania ujawniają wzajemne powiązania między wszystkimi trzema ich rodzajami.

Postępujący metamorfizm termiczny jest najlepiej scharakteryzowany przez typ petrologiczny od 3 do 6 według schematu, którego inicjatorami byli Van Schmus i Wood (1967). Na jednym krańcu są chondryty typu 3.0, które zachowały wiele właściwości mgławicy. Mają one nie zrekrystalizowane tekstury, wyraźnie wyodrębnione chondry ze szklistym mesostasis, liczną, drobnoziarnistą, krzemianową materię matriks, niejednorodnie chemicznie minerały (z widocznymi różnicami składu między sąsiadującymi ziarnami) i stosunkowo dużą zawartość faz lotnych (np. H_2O , gazy szlachetne). Na przeciwnym krańcu skali metamorficznej są chondryty typu 6. Te meteoryty są silnie zrekrystalizowane; ich chondry zintegrowały się teksturalnie z matriks i są ledwie dostrzegalne. Pierwotne szkliwo znikło z chondr, silnie lotnych związków jest znacząco mniej, skład chemiczny ziaren jest jednorodny, a wtórne minerały (np. plagi-

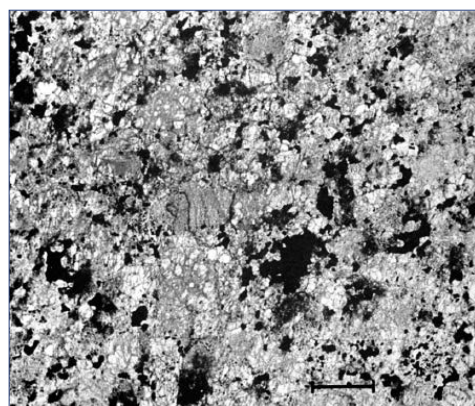
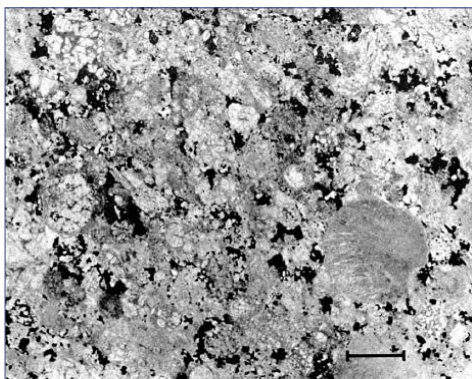
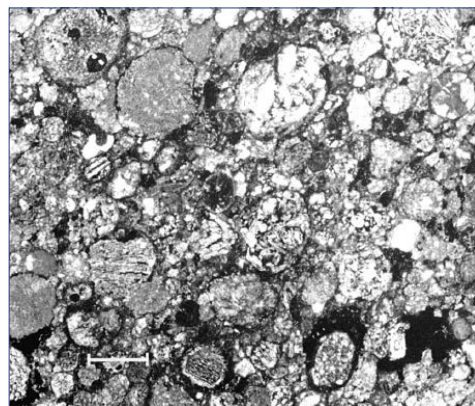
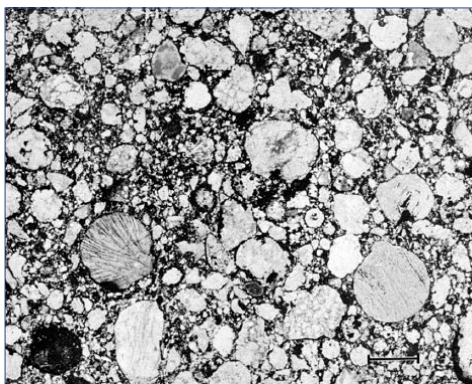
klaz, fosforan i chromit) powiększyły się w całej skale tworząc duże ziarna.

Zmiany pod wpływem wody także są określane przez typ petrologiczny z wykorzystaniem systemu Van Schmusa-Wooda. Chondryty typu 1 (takie jak chondryty węgliste C11 Ivuna, Orgueil i Alais) są najbardziej przeobrażone. Nie zawierają one chondr, a jedynie z rzadka ziarna oliwinu i piroksenu; składają się głównie z materii matriks w postaci uwodnionych krzemianów. Do skał petrologicznego typu 2 (znacznie przeobrażonych, ale mniej niż chondryty typu 1) należą chondryty węgliste CM i CR.

Szok ciśnieniowy jest mierzony wskaźnikiem stopnia zmian, miarą postępującego metamorfizmu uderzeniowego i zmienia się od S1 do S6 zgodnie ze skalą, którą zaproponował

Stöffler et al. (1991). Skały S1 są w zasadzie bez zmian szokowych, chociaż ich ziarna oliwinu mogą zawierać nieregularne spękania wytworzone przez niskoenergetyczne zderzenia. Przy wyższych stopniach szoku sieci krystaliczne minerałów są coraz bardziej zdeformowane (co uwidacznia się w zmianach ich właściwości optycznych obserwowanych za pomocą mikroskopu). Najsilniej przeobrażone szokowo chondryty (stopień szokowy S6) są w całości stopami pozderzeniowymi — wszystkie ich pierwotne minerały zostały stopione; może występować szkliwo magmowe i liczne pęcherzyki.

W podręcznikach meteorytyki (np. McSween, 1987; Hutchison, 2004) z reguły te wtórne procesy omawiane są osobno i przyjmuje się, że były one powodowane przez odrębne me-



Chondryty zwyczajne typu petrograficznego 3, 4, 5 i 6 ukazują efekty metamorfizmu progresywnego. (Z Van Schmus i Wood, 1967).

chanizmy — metamorfizm termiczny spowodowany rozpadem krótko żyjących izotopów takich jak ^{26}Al , zmiany pod wpływem wody wskutek topnienia lodu lub odwodnienia minerałów ilastych, oraz (oczywiście) szok ciśnieniowy wskutek zderzeń. Ale czy te procesy były naprawdę odrębne? Ciepła woda nie jest stabilna na powierzchniach planetoid; tak więc zmiany pod wpływem wody zależą od ciepła wytworzonego w jakiś sposób zanim lód mógł się stopić albo minerały ilaste odwodnić. Przypuszczalnie wymaganym mechanizmem ogrzewającym był rozpad ^{26}Al albo uwalnianie energii podczas zderzeń. Ponadto, co jest omawiane niżej, są dodatkowe powiązania między wtórnymi procesami, które wpływały na skały chondrytowe.

Metamorfizm termiczny i zmiany pod wpływem wody

Ziemskie skały metamorficzne są często opisywane w kategoriach „facji metamorficznych”, pól stabilności określanych przez określone zespoły minerałów, które są stabilne przy określonych temperaturach i ciśnieniach. W tych zespołach z reguły są minerały zawierające strukturalnie związaną wodę, występującą albo w postaci grupy hydroksylowej (OH) albo cząsteczek wody (H_2O). Na przykład facja zeolitowa jest stabilna w niskich, metamorficznych temperaturach i ciśnieniach; charakteryzują ją takie, zawierające wodę minerały jak analcym ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$) i heulandyt ($(\text{Ca},\text{Na})_{2-3}\text{Al}_3(\text{Al},\text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$). W wysokich temperaturach i ciśnieniach jest stabilna facja eklogitowa; niektóre skały z tej facji zawierają minerał zoisyt $\text{Ca}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$.

Większość spadków chondrytów zawiera pierwotną wodę

Chondryty zwyczajne typu 3 (OC) z reguły zawierają jeden lub dwa procent wody; OC typu 6 (najbardziej zmetamorfizowane chondryty) z reguły zawierają kilka dziesiątych procenta wody. Wskazuje to, że woda była obecna w tych skałach podczas metamorfizmu termicznego i została częściowo usunięta. Chociaż zmetamorfizowane OC nie zawierają

uwodnionych minerałów, to w chondrycie R6 LAP 04840 i okazów z nim powiązanych (McCanta et al., 2008) występują takie fazy jak hornblenda $[\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_5(\text{Al}, \text{Si})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$ i biotyt $[\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F}, \text{OH})_2]$. Wskazuje to, że chondryt LAP 04840 doświadczył przemian hydrotermalnych (albo metamorfizmu z towarzyszeniem fluidów).

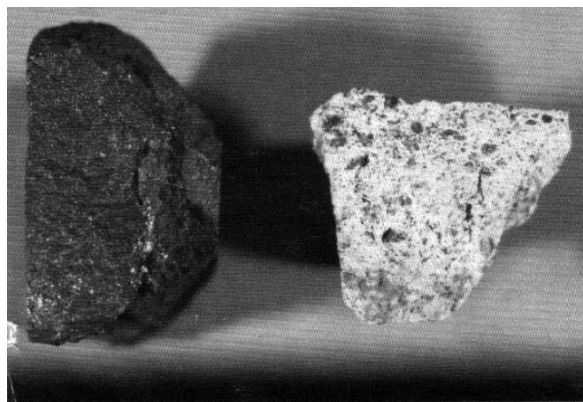
Zderzenia a metamorfizm termiczny

W chondrytach zwyczajnych występuje dodatnia korelacja między stopniem szoku ciśnieniowego, a typem petrologicznym. Wykorzystując informacje z Catalogue of Meteorites, wydanie z roku 2000, Rubin (2004) pokazał, że w miarę przechodzenia od typu 3 do typu 6 OC, średni stopień szokowy systematycznie wzrasta od S2,26 (typ 3; n=103) do S2,32 (typ 4; n=240) do S2,64 (typ 5; n=557) do S3,17 (typ 6; n=751) — najbardziej zmetamorfizowane skały zwykle są bardziej zszokowane. Co więcej, te grupy chondrytów, które są zmetamorfizowane (typu 4 do typu 6) okazy (H, L, LL, EH, EL, R, CK) zawierają także okazy o wysokich stopniach szokowych (S4 do S6); te grupy chondrytów, w których zmetamorfizowanych okazów nie ma (lub są nieliczne) (CI, CM, CO, CR, CV) nie zawierają okazów silnie zszokowanych (lub zawierają nieliczne). Chondryt LL6, MIL 99301, także wskazuje na związek między szokiem a metamorfizmem termicznym. Chociaż ten chondryt ma ziarna oliwinu, w których widoczne jest ostre wygaszanie optyczne pod mikroskopem i dlatego przypisano mu stopień szokowy S1, to skała ta zawiera liczne, reliktywne utwory szokowe (jak pociemniałe krzemiany, polikrystaliczny troilit i skupiska chromit-plagioklaz), co wskazuje, że chondryt ten był najpierw poddany ciśnieniom szokowym, a potem wygrzany. Ponieważ dane chronologiczne wskazują, że ta skała była ogrzana 4,26 mld lat temu (długo po rozpadzie ^{26}Al) (Dixon et al.,

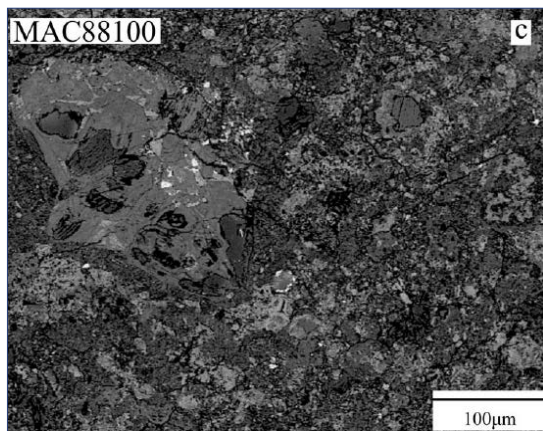
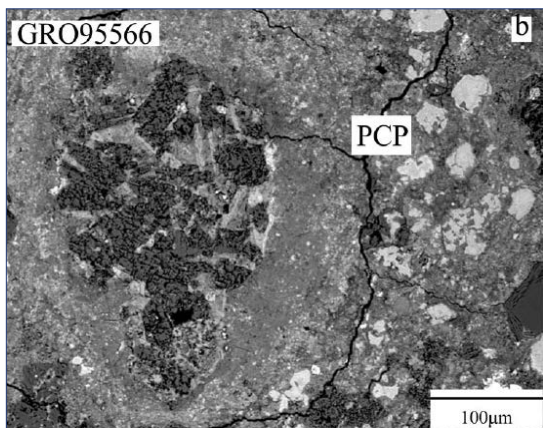
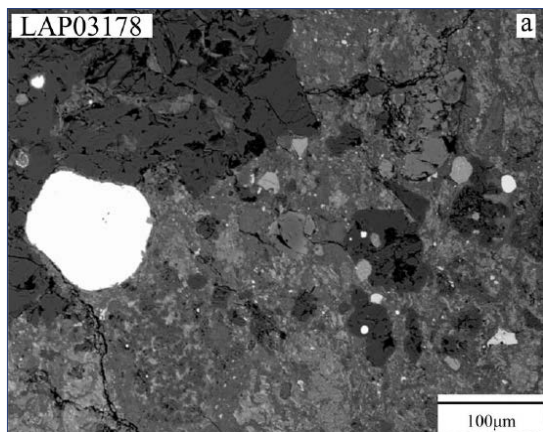
2004), to musiała zostać ogrzana przez zderzenia.

Gwałtowne zderzenia i zmiany pod wpływem wody

Różne chondryty CM zostały w różnym stopniu zmienione pod wpływem wody. Rubin et al. (2007) opracował schemat oceny ich stopnia przeobrażenia: w najbardziej przeobrażonych chondrytach CM (oznaczanych CM2.0), metaliczne Fe-Ni zostało całkowicie (albo niemal całkowicie) zastąpione przez tlenki żelaza i krzemiany warstwowe; ziarna oliwinu i piroksenu zostały całkowicie zastąpione przez krzemiany warstwowe. Najmniej przeobrażone chondryty CM zawierają około 0,2% metalicznego Fe-Ni oraz niezmienione chondry bez widocznych przemian w ziarnach oliwinu i piroksenu. Kilku badaczy zauważyło, że w niektórych chondrytach CM2.0 chondry (albo to, co z nich zostało) i inne cząstki są silnie uporządkowane; ta preferencyjna orientacja najprawdopodobniej wynika ze spowodowanego zderzeniem zapadnięcia się porów matriksu i wciśnięcia chondru w puste miejsca (Scott et al., 1992; Nakamura et al., 1995). Rubin (2012) mierzył stopień uporządkowania drobnych ziaren w pewnej liczbie chondrytów CM i stwierdził silną korelację (znaczącą na poziomie ufności 99.96%) między stopniem uporządkowania tych ziaren i skałą przeobrażenia całej skały pod wpływem wody. Sugerował, że na planetoidzie CM zderzenia w małej skali z ogromnymi prędkościami występowały przypadkowo. Chociaż fale uderzeniowe szybko słabły w miarę oddalania się od miejsca zderzenia, to jednak spowodowały, że



Chondryty zwyczajne: pociemniałe szokowo (Farmington) i bez zmian szokowych (Barwell) (Fot. Derek Sears).



Stopnie zmian pod wpływem wody od góry do dołu, od zmian najmniejszych do największych. (Z Yoshioka et al., 2011).

niektóre strefy CM stały się bardziej zdeformowane i spękanе. W bardziej zdeformowanych strefach ziarna są w większym stopniu uporządkowane, spękania są intensywniejsze, a porowatość większa niż w regionach, które doznały mniejszych deformacji w wyniku zderzeń. Po tym, jak woda na planetoidach została upłynniona (albo przez wywołane zderzeniem odwodnienie krzemianów warstwowych albo uderzeniowe stopnienie lodu), woda przesączała się do wszystkich chondrytów CM. Więcej wody zebrało się w skałach bardziej spękanых i o większej porowatości (i więk-

szym uporządkowaniu ziaren); to są te skały, w których zmiany pod wpływem wody były większe.

Tak więc widać, że istnieje powiązanie między wtórnymi procesami, które miały miejsce na chondrytowych planetoidach. Zderzenia powodowały ogrzanie. Ogrzewanie wskutek zderzeń powodowało topnienie lodu na planetoidach, albo odwodnienie krzemianów warstwowych. Przeobrażenia hydrotermalne (lub metamorfizm wspomagany płynami) modyfikowały chondrytowe skały. A zderzenia powodowały spękanie całej skały ułatwiając zmiany pod wpływem wody.

Metamorfizm termiczny, stopień szokowy i stopień zmian pod wpływem wody nie powinny już dłużej być traktowane, jako odrębne procesy na planetoidach. Wszystkie one są ze sobą powiązane. Nie powinno to być niespodzianką — wszystkie trzy procesy są aktywne w ziemskich skałach związanych z kraterami zderzeniowymi (np., Grieve et al., 1987).

Dziękuję prof. Andrzejowi Maneckiemu za merytoryczną korektę tłumaczenia.

Bibliografia

- Dixon E. T., Bogard D. D., Garrison D. H. and Rubin A. E. (2004) ^{39}Ar - ^{40}Ar evidence for early impact events on the LL parent body. *Geochim. Cosmochim. Acta* 68, 3779-3790.
- Grieve R. A. F., Reny G., Gurov E. P. and Ryabenko V. A. (1987) The melt rocks of the Boltysh impact crater, Ukraine, U.S.S.R. *Contrib. Mineral. Petrol.* 96, 56-62.
- Hutchison R. (2004) *Meteorites: A Petrologic, Chemical and Isotopic Synthesis*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 506 pp.
- McCana M. C., Treiman A. H., Dyar M. D., Alexander C. M. O'D., Rumble D. and Essene E. J. (2008) The LaPaz Icefield 04840 meteorite: Mineralogy, metamorphism, and origin of an amphibole- and biotite-bearing R chondrite. *Geochim. Cosmochim. Acta* 72, 5757-5780.
- McSween H. Y. (1987) *Meteorites and Their Parent Planets*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 237 pp.
- Nakamura T., Tomeoka K., Sekine T. and Takeda H. (1995) Impact-induced chondrule flattening in the Allende CV3 carbonaceous chondrite: Shock experiments. *Meteoritics* 30, 344-347.
- Rubin A. E. (2004) Post-shock annealing and post-annealing shock in equilibrated ordinary chondrites: Implications for the thermal and shock histories of chondritic asteroids. *Geochim. Cosmochim. Acta* 68, 673-689.
- Rubin A. E. (2012) Impact-induced aqueous alteration of CM and CV carbonaceous chondrites. *Lunar Planet. Sci.* 43, abstract#1058, Lunar and Planetary Institute, Houston.
- Rubin A. E., Trigo-Rodríguez J. M., Huber H. and Wasson J. T. (2007) Progressive aqueous alteration of CM carbonaceous chondrites. *Geochim. Cosmochim. Acta* 71, 2361-2382.
- Scott E. R. D., Keil K. and Stöffler D. (1992) Shock metamorphism of carbonaceous chondrites. *Geochim. Cosmochim. Acta* 56, 4281-4293.
- Stöffler D., Keil K. and Scott E. R. D. (1991) Shock metamorphism of ordinary chondrites. *Geochim. Cosmochim. Acta* 55, 3845-3867.
- Van Schmus W. R. and Wood J. A. (1967) A chemical-petrologic classification for the chondritic meteorites. *Geochim. Cosmochim. Acta* 31, 747-765.
- Yoshioka K., Nakamura T., Fujimaki H., Yamaguchi A., and Kojima H. (2011) The degree of aqueous alteration of nine CM chondrites estimated from mineralogy and chemical variations of matrix (abstract). *Proceedings of the NIPR. Symposium on Antractic Meteorites*.

Alan Rubin jest specjalistą od meteorytów w UCLA i członkiem zespołu doradczego czasopisma Meteorite.



Meteoryty na Marsie

James Ashley

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 18, No. 2. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2012

Któż mógłby przewidzieć podczas wielkich dyskusji pod koniec XVIII wieku, które ostatecznie przekonały ówczesnych filozofów przyrody, że kamienie spadają od czasu do czasu z nieba, że nadejdzie dzień, gdy będziemy znajdować te kamienie na innej planecie? Jednak okazuje się, że powierzchnia Marsa nie tylko jest dobrym miejscem do przechowywania meteorytów, ale rzeczywiście może być terenem do poszukiwań meteorytów porównywalnym, albo nawet przewyższającym tereny północno-zachodniej Afryki, a nawet Antarktydy. Rzeczywiście można by brać pod uwagę Marsa, jako najlepsze miejsce do nagrywania kolejnego odcinka serialu Meteorite Men dla Discovery Science Channel.

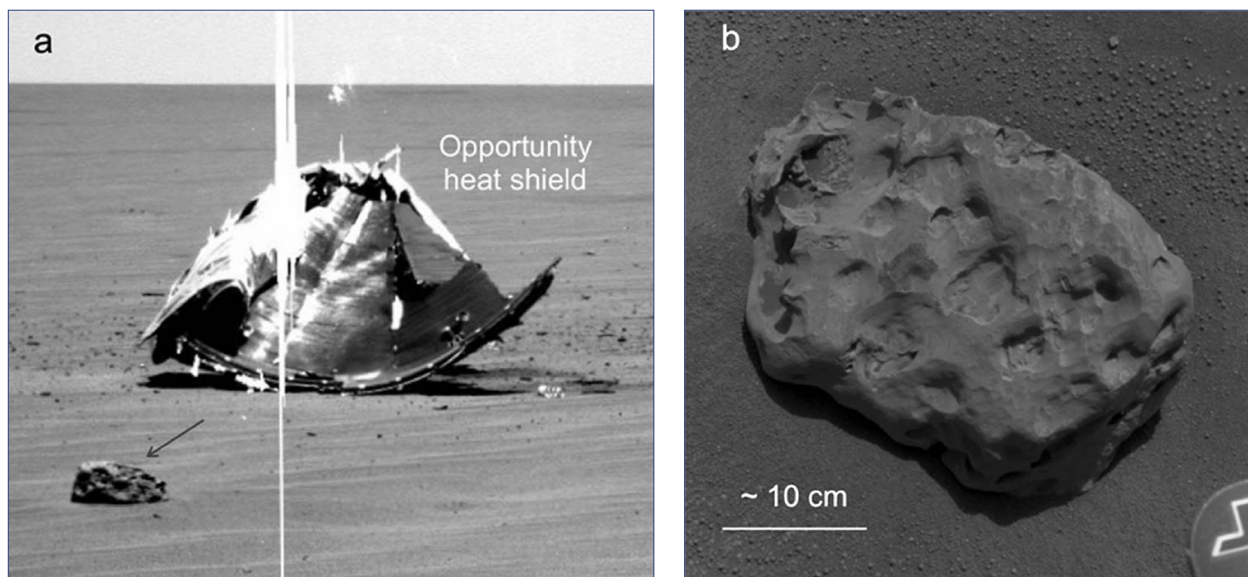
Oczywiście naszą wiedzę o tej sytuacji zawdzięczamy długotrwałemu powodzeniu misji Mars Exploration Rover (MER). Pierwotnie zaplanowana na 90 soli pracy (jeden sol, to jedna marsjańska doba) misja działa na Czerwonej Planecie już dziewiąty ziemski rok. Podczas gdy Spirit (MER-A) przeszedł już w stan spoczynku po heroicznej walce o uwolnienie się z piaskowej pułapki

w kraterze Gusev, to w momencie pisania tego artykułu sonda Opportunity (MER-B) spędza już 2931 sol na Meridiani Planum. Od rozpoczęcia misji w styczniu 2004 r. pojazdy Spirit i Opportunity oraz ich zespoły badawcze napotkały w trakcie rozszerzonych misji co najmniej 17 kandydatów na meteorytów, przejeżdżając łącznie ponad 42 kilometry. Wiele z nich jest wyraźnie meteorytami, podczas gdy inne są dość nietypowe. Poniżej jest krótki przegląd dotychczasowej historii „meteorytów na Marsie”.

Naturalnie wysyłając poruszającą się sondę na starą powierzchnię planety badacze meteorytów zastanawiają się nad szansami na nowe znaleziska. W meteorytowym równaniu dla Marsa jest wiele zmiennych: Czy atmosfera jest dostatecznie gruba, by wyhamować meteoryt tak, by mógł miękko wylądować, czy też odparuje on przy zderzeniu z prędkością kosmiczną i jedynie nieliczne fragmenty ocala? Czy można je będzie rozpoznać w terenie na tle rdzennie marsjańskich skał? Czy warunki przechowywania mogą deformować statystykę sprawiając, że jakiś typ meteorytu dłużej opiera się wietrzeniu niż inny i przez

to jest częściej spotykany? Wreszcie przydatność każdego zidentyfikowanego meteorytu dla nauki musi być zdefiniowana, poza tylko zaspokojeniem ciekawości, zanim naukowy zespół misji NASA rozważy przeznaczenie części cennego czasu misji na jego zbadanie. Do czego można meteoryt wykorzystać? Co można dowiedzieć się dzięki badaniu meteorytu na powierzchni Marsa, czego nie byłoby wiadomo po jednym popołudniu badań w British Natural History Museum? Jest wiele odpowiedzi na to ostatnie pytanie, poczynawszy od nowej wiedzy o składzie marsjańskiego gruntu, do szczegółowych danych o marsjańskiej atmosferze i informacji o marsjańskim środowisku w otoczeniu meteorytów. Z punktu widzenia celów dobrze określonej misji MER najważniejsza odpowiedź brzmi tak, że meteoryty są doskonałymi „świadkami” procesów wietrzenia na Marsie, z których część może obejmować oddziaływanie z wodą.

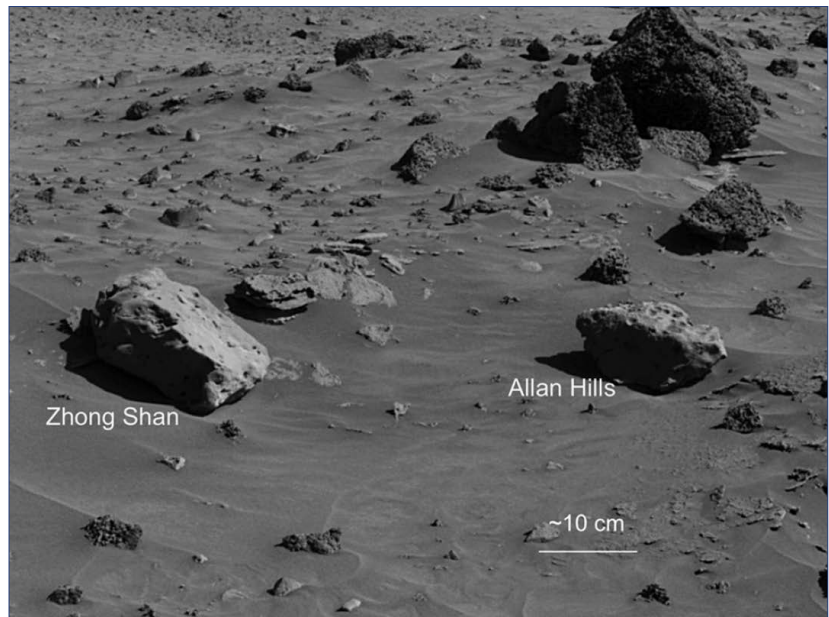
Pozwólcie w tym miejscu na małą dygresję: Główne cele naukowe dla misji MER (i w istocie dla większości środowiska astronomicznego) są stawiane, gdy rozważa się dręczący pro-



Fot. 1. Kamień Heat Shield. Ten potwierdzony meteoryt został znaleziony blisko miejsca, gdzie spoczywa osłona termiczna Opportunity, która została odrzucona podczas końcowej fazy lądowania (strzałka na 1a). Kamień jest pierwszym potwierdzonym meteorytem odnalezionym na powierzchni planety innej niż Ziemia. Został sklasyfikowany jako meteoryt żelazny typu IAB i otrzymał oficjalną nazwę Meridiani Planum. Obszar o szarej barwie w lewo od środka na 1b został oczyszczony z pyłu przez MER Rock Abrasion Tool brush. Zdjęcia: NASA/JPL/Navcam/Pancam.

blem „Czy jesteśmy sami we wszechświecie?” Na poziomie filozoficznym, naukowym i emocjonalnym zagadnienie życia poza ziemską biosferą ma głębokie znaczenie dla większości ludzkich istot. Logiczne podejście do tego problemu jest zawarte w deklarowanym zamiarze NASA „szukania wody”, gdzie przyznajemy się do nieuniknionej tendencji w kierunku wodnej biochemii, gdy próbujemy wyobrazić sobie sprzyjające życiu sytuacje na innych globach. Z astrobiologicznego punktu widzenia to właśnie dowód występowania ciekłej wody stanowi jeden z najsilniejszych wskaźników, że planeta nadaje się do zamieszkania. Chociaż ogólnie takie podejście stosuje się do całego Układu Słonecznego i poza nim, to najczęściej jest ono wykorzystywane, jako jedna z najsilniejszych, oficjalnych motywacji Programu Eksploracji Marsa NASA. Jest tak dlatego, ponieważ ze wszystkich planetarnych ciał Układu Słonecznego Mars zarówno 1) teoretycznie potencjalnie nadaje się do zamieszkania, jak i 2) dotarcie do niego jest w zasięgu możliwości finansowych.

Tak więc każdemu, kto kolekcjonuje lub opiekuje się meteorytami, dobrze znana jest ich skłonność do



Fot. 2. Meteoryty żelazne z krateru Gusev. Ta część panoramy McMurdo ukazuje obrazy mniej więcej w naturalnych barwach Zhong Shan i Allan Hills (jaśniejsze skały z lewej i prawej odpowiednio). Chociaż na ich powierzchniach można zobaczyć pył, to widma Mini-TES ukazują odbite promieniowanie atmosfery, co wskazuje, że są to obiekty metalowe. Zdjęcie: NASA/JPL/Pancam.

utleniania się na Ziemi. Zredukowane, metaliczne żelazo nikłonośne, obecne w około 88% spadków na Ziemi, może więc zarejestrować ekspozycję na niewielką ilość wody w postaci stanów utlenienia czy uwodnienia jego wtórnych minerałów (rdza), jeśli znajdzie się w zwiędzłych meteorytach na innej planecie. Chociaż wciąż trwają rozważania na temat możliwo-

ści występowania ciekłej wody w niedawnych (i nawet współczesnych) epokach, to wszyscy się zgadzają, że globalna obfitość wody w postaci cieczy była w ciągu ostatnich 3,5 miliarda lat znacznie niższa niż wcześniej w historii Marsa. Tak więc jakiegokolwiek zardzewiałe meteoryty znalezione na powierzchni Marsa mogą z powodzeniem dostarczyć cennych wskazówek co do zachowania się wody w bardziej niedawnych czasach, kiedy to prawdopodobnie spadła większość meteorytów. I ponieważ meteoryty są tak czułe na wietrzenie, to mogą być w stanie dać nam klimatyczne wskazówki, czego nie zrobią tak dobrze rdzenne marsjańskie skały. Tak więc, chociaż wietrzenie meteorytów stanowi problem na Ziemi, to jest zupełnie inna sytuacja, gdy są one znajdowane na Marsie, gdzie stają się one znakomitym testem do badania zmian warunków marsjańskiego klimatu z upływem czasu. Próba ustalenia dokładnie, kiedy one spadły, jest jednak trudnym problemem i trzeba zawsze mieć na względzie, że jest to zmienna mało dokładnie znana.

Poszukiwanie meteorytów na innej planecie jest oczywiście niełatwym zadaniem. Jest kilka powodów, by myśleć, że Mars mógłby mieć dostępne zasoby meteorytów, jak 1) środowisko z niską temperaturą i wilgotnością sprzyjające długotrwałemu przechowywaniu; 2) skorupa rzadko odnawiana, co



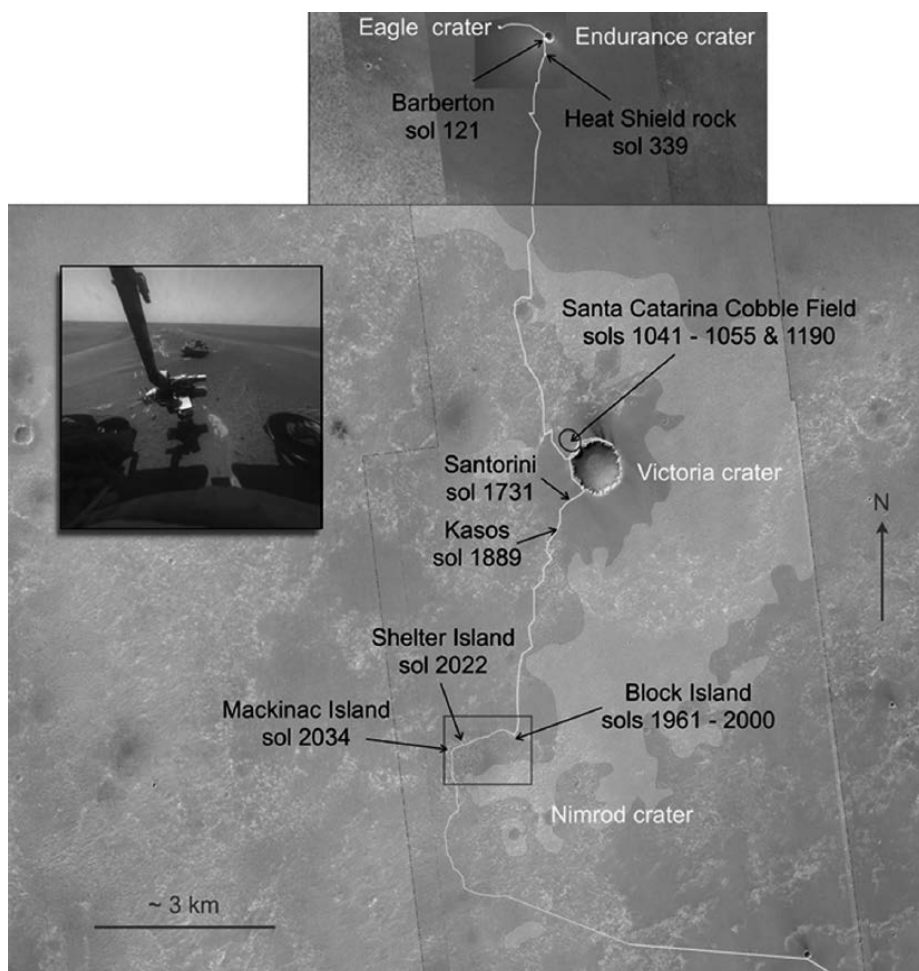
Fot. 3. Północno-północno-zachodni brzeg krateru Victoria z widocznym polem kamieni. Czy jest to obszar rozrzutu meteorytów? Zdjęcie: NASA/JPL/Navcam.

także sprzyja nagromadzeniu materii meteorytowej; 3) atmosfera teoretycznie zdolna wyhamować meteoroidy przecinające orbitę Marsa do prędkości pozwalających na miękkie lądowanie. Przy najmniej dwa dodatkowe elementy zwiększały szanse misji MER na znalezienie ich. Jeden to fakt, że zestaw przyrządów MER o nazwie Athena Science Payload przypadkiem zawierał wiele narzędzi przydatnych do identyfikowania i klasyfikowania meteorytów. Należą do nich Spektrometr rentgenowski i cząstek alfa (APXS), który podaje zawartość pierwiastków; spektrometr Mössbauera, który informuje o minerałach zawierających żelazo i o stopniu ich utlenienia; Microscopic Imager; panoramiczna kamera (Pan-cam) z 16 filtrami; kamery nawigacyjne (Navcam); i Miniaturowy Spektrometr Emisji Termicznej (Mini-TES). Ten ostatni instrument wytwarza widmowy podpis pozwalający rozpoznać typ skały i jej skład mineralny, a więc umożliwia dokonywanie identyfikacji na odległość. By przygotować się do jego użycia, gdy statek kosmiczny był wciąż w kosmosie, w laboratorium przygotowano bibliotekę widm meteorytowych. Zakładano, że meteoryty znajdujące na Marsie będą podobne, jeśli nie identyczne, jak te znalezione na Ziemi, i chcieliśmy móc rozpoznać ich widma.

Inny czynnik sprzyjający poszukiwaniu meteorytów przez MER, to fakt, że Meridiani Planum, miejsce lądowania Opportunity, jest płaską i niemal pozbawioną kamieni równiną, którą pokrywa sypki, unoszony wiatrem bazaltowy piasek leżący na podłożu z piaskowca wzbogaconego w siarczany. Taka sytuacja powinna zwiększyć szanse znalezienia meteorytów w podobny sposób, jak na antarktycznych polach błękitnego lodu, gdzie w rzeczywistości w niektórych obszarach ziemskich okazów jest mniej w porównaniu z pozaziemskimi. Nie spodziewano się natomiast, że meteoryty zostaną znalezione

w pobliżu miejsca lądowania sondy Spirit, ponieważ stosunek „sygnału do szumu” jest zbyt niski, gdy wokół leży tak wiele rdzennych, marsjańskich kamieni.

Przechodząc do rzeczy: Pierwszym meteorytem, jaki kiedykolwiek został zidentyfikowany na innej planecie, był kamień Heat Shield zauważony w sol 339 przez zespół naukowy Opportunity, nazwany tak, ponieważ został znaleziony kilka metrów od osłony termicznej Opportunity odrzuconej podczas lądowania sondy (Fot. 1). Pierwszy rozpoznał kamień jako przypuszczalny meteoryt dr Steve Ruff główny badacz Mini-TES, dr Phil Christensen z Mars Space Flight Facility w Arizona State University przy pomocy Mini-TES. W podczerwieni metalowe powierzchnie na Marsie zachowują się jak zakurzone zwierciadła, pokazując widmo nieba zamiast typowego widma skały. To powoduje, że łatwo je zauważyć, jako obiekty z metalu. Nie spodziewaliśmy się, że w taki sposób znajdziemy nasz pierwszy meteoryt!



Fot. 4. Mapa ukazuje trasę przejazdu przez Meridiani Plains zaczynając od miejsca lądowania w kraterze Eagle. Lokalizacje napotkanych kandydatów na meteoryty są pokazane czarnym tekstem.

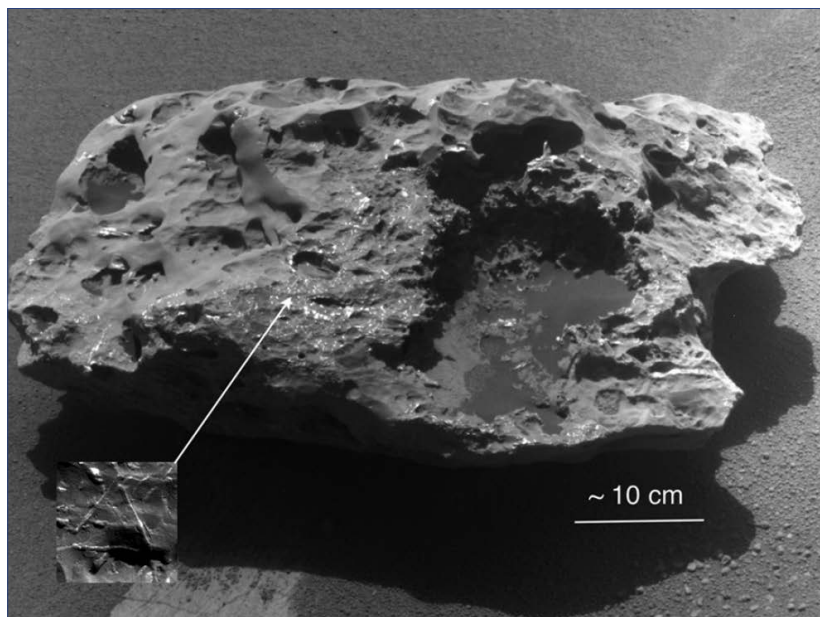
Zdjęcie: NASA/JPL/HiRISE.

Obecnie kamień Heat Shield jest jedynym oficjalnie uznanym za meteoryt przez Komisję Nazewnictwa Meteoritical Society. Komisja nadała mu nazwę Meridiani Planum od miejsca jego znalezienia, zgodnie z zasadami nadawania nazw meteorytom. Oczywiście stwarza to problemy z omawianiem w tekście, ponieważ czytelnik musi wiedzieć, czy autor mówi o miejscu czy o meteorycie. Ten problem nie występuje przy omawianiu meteorytów znalezionych na Ziemi, ale na Marsie miejsca są tak samo nowe dla naszych uszu i oczu, jak znalezione tam meteoryty, więc badacze wolą mówić o meteorycie Heat Shield, by uniknąć nieporozumień.

Znacznie większą niespodzianką, ponieważ na tym terenie było mnóstwo rdzennych, marsjańskich kamieni, było zidentyfikowanie przy najmniej dwóch prawdopodobnych meteorytów żelaznych przez łazik Spirit w sol 858 na wzgórzach Columbia w kraterze Gusev (znów przy pomocy Mini-TES) po przeciwnej

stronie planety w stosunku do Meridiani Planum (Fot. 2). Znajdowały się one w miejscu, do którego nie można było bezpiecznie dotrzeć, więc dane ze zdalnych obserwacji to wszystko, czym dysponujemy. Niemniej wyniki z Mini-TES, identyczne jak w przypadku meteorytu Heat Shield, przekonały nas, że to są rzeczywiście meteoryty żelazne. Niestety nagromadzenie się pyłu w systemie optycznym Mini-TES usunęło już to narzędzie z arsenału przyrządów do szukania meteorytów. Ponieważ dzięki niemu udało się stwierdzić, jak wygląda morfologia meteorytów żelaznych w terenie, to ułatwiło to rozpoznawanie ich na obrazach Pancam i Navcam.

Wracając na Meridiani Planum, wynikiem decyzji o zbadaniu krateru Victoria była długa podróż przez równinę Meridiani, podczas której widziano tylko kilka kamieni. Wreszcie, w sol 1041, gdy dotarliśmy na północno-północno-wschodni brzeg naszego celu, znaleźliśmy duże pole kamieni (Fot. 3). Okazało się, że są one bardzo osobliwe. Było wyraźnie widać przez microscopic imager, że pierwszy, któremu przyjrzelśmy się (nazwany Santa Catarina) był silnie zbrekcjowany z kanciastymi okruskami. Santa Catarina zawierał nawet duże fenokryształy, które wyglądały uderzająco podobnie do ogrzanej chondry oliwinowej. Pomiary mössbauerowskie wykryły oznaki troilitu (FeS ; pospolity w wielu grupach meteorytów) i dowody na tlenki żelaza. Pod względem chemicznym kamień był podobny do małego

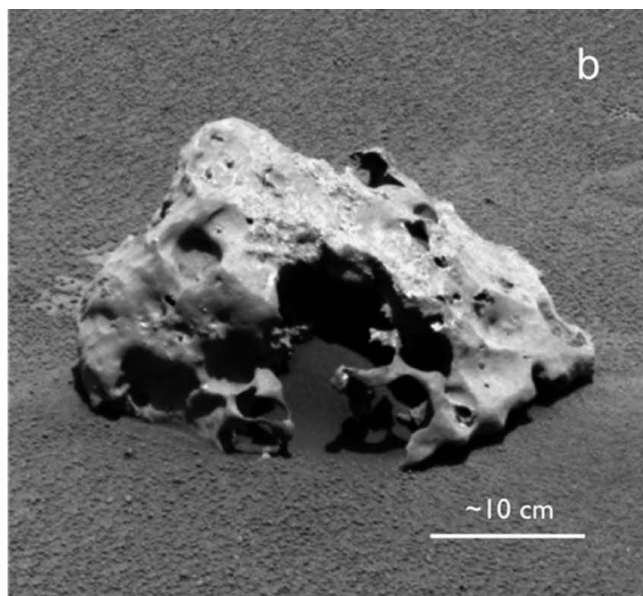
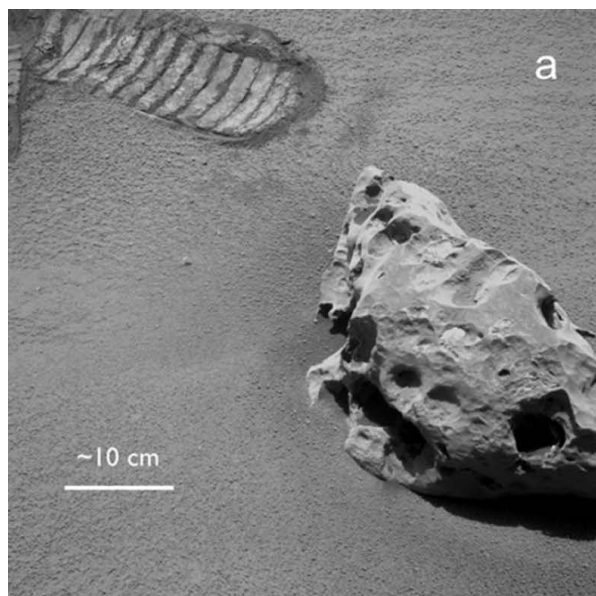


Fot. 5. Zdjęcie meteorytu Block Island w nienaturalnych barwach; powierzchnia zwrócona ku północy. Wielkość tego meteorytu oceniono na około $60 \times 40 \times 25$ cm na podstawie pomiarów obrazu z kamery Navcam. Zauważmy głębokie wklęsnięcie na powierzchni u góry z prawej. Dowód na figury Widmanstättena widać wyraźnie na zwietrzalej powierzchni (wstawka). Zdjęcie: NASA/JPL/Pancam.

kandydata na meteoryt, znalezione go w rzeczywistości przed okazem Heat Shield, w sol 121, na brzegu krateru Endurance (zob. Fot. 4). Jest to Barberton, kamyk o średnicy zaledwie 3 cm, który w widmie Mössbauera pokazał w widmie obecność kamacytu (Fe_3Ni ; inny materiał meteorytowy). Odkrycia były szybko kontynuowane podczas jazdy w kierunku krateru Endeavour po opuszczeniu krateru Victoria. Wkrótce zostały dodane do listy Santorini (sol 1731) i Kasos (sol 1889). Ponieważ te kamienie miały taki sam skład chemiczny i mineralny jak Santa Catarina i Barberton, to wszystkie są nazywane nieformalnie

kamykami z grupy Barbertona i mogą należeć do dużego obszaru rozrzutu meteorytów. Pozostają jednak nieco podejrzanym, gdyż mogą mieć także miejscowe pochodzenie. Czy są one meteorytami, czy też jakimś rodzajem brekcji impaktowej zawierającej fragmenty meteorytu? Ta kwestia nie została jeszcze rozstrzygnięta.

Wobec znalezienia tak licznych kandydatów na meteoryty i pojawienia się tak wielu ciekawych zagadnień meteorytycznych, do programu misji włączono „kampanię kocich łbów” spodziewając się dalszych znalezisk. Obrazy pozyskuje się na zakończenie każdej jazdy, by zaplanować dalszą



Fot. 6. Obrazy Shelter Island (6a) i Mackinac Island (6b). Zdjęcie: NASA/JPL/Pancam.

drogę, ale te ukazujące kandydatów na meteoryty (głównie na podstawie wielkości, kształtu i barwy kontrastującej z otoczeniem) mogą być przekazywane na Ziemię, gdy pojazd już odjechał z miejsca, gdzie zdjęcia zostały zrobione. W ten sposób Opportunity już minął nasz następny meteoryt zanim podjęto decyzję, by wrócić i przyjrzeć mu się dokładniej. Do sol 1961, zestaw kandydatów na marsjańskie meteoryty tworzyły: jeden meteoryt żelazny na Meridiani, dwa meteoryty żelazne w kraterze Gusev i kilka kamieni przypominających meteoryty żelazno-kamiennie. Po znalezieniu tego kamienia wszystko potoczyło się jednak szybciej. Nazwano go Block Island. Mając 60 cm i ~240 kg, jest to największy meteoryt znaleziony dotychczas na Marsie (Fot. 5). Badano ten okaz od sol 1961 do sol 2000. Ma wyraźne oznaki wietrzenia na kilka różnych i zadziwiających sposobów, ale do tych rozważań muszą być dołączone dwa następne okazy: Wkrótce po opuszczeniu Block Island, w sol 2022 napotkano inny meteoryt żelazny (Fot. 6a). Nazwany Shelter Island, ma część utworów takich samych, jak Block Island, ale także zauważono kilka nowych cech. Potem, zaraz po opuszczeniu Shelter Island, napotkaliśmy w sol 2034 Mackinac Island (Fot. 6b). Te trzy meteoryty żelazne, badane jako grupa wspólnie z kamieniem Heat Shield, mówią coś o historii klimatu w okolicy 2° od równika Marsa.

W skrócie; na powierzchniach Block Island i Shelter Island znaleziono miejscami powłokę tlenków (zaobserwowaną także na kamieniu Heat Shield). Block Island ma na górnej powierzchni duże wgłębienie, które wyraźnie jest wynikiem jakiegoś rodzaju procesu usuwania masy. I Shelter Island i Mackinac Island doznały intensywnego, kawernistego wietrzenia, po którym wewnątrz Mackinac Island pozostało dość dziurawe. Na poddanych erozji wietrznej powierzchniach Block Island, kamienia Heat Shield i Shelter Island widać figury Widmanstättena. Na podstawie tych i innych utworów wyłania się historia korozji, być może będącej skutkiem styczności z wodnym lodem zakwaszonym przez siarczkowe nodule. Chociaż badań jeszcze nie zakończono, mogą być także widoczne naprzemienne okresy

ekspozycji na wodę i wiatr, być może w odpowiedzi na cykliczne zmiany nachylenia osi obrotu Marsa, albo na migracje wydm nad meteorytami, na co także widać dowody. Dalsze znaleziska meteorytów żelaznych to Olieán Ruaidh (sol 2368), Ireland (sol 2374), Bingag Cave i Dia Island (oba w sol 2642 po dotarciu do krateru Endeavour). Te meteoryty także mają wiele cech omawianych w przypadku wcześniejszych znalezisk.

Heat Shield, Block Island, Shelter Island i Olieán Ruaidh mają skład chemiczny meteorytów żelaznych IAB. Warto więc zauważyć, że mogą mieć one wspólne pochodzenie z wszystkimi innymi meteorytami IAB w ziemskich zbiorach. Należy do nich oktaedryt gruboziarnisty IAB, Canyon Diablo. Wyobraźmy sobie: Kiedyś w przeszłości w naszym Układzie Słonecznym potężne zderzenie rozbija na kawałki nie spodziewającą się niczego planetozymalę. W końcu perturbacje wprowadzają jej fragmenty na orbity przecinające orbity i Ziemi i Marsa. Jakieś 49000 lat temu jeden z nich zderza się z Ziemią i tworzy Krater Barringera w północnej Arizonie. Inne lądują na Czerwonej Planecie i zostają znalezione przez jeżdżące roboty zbudowane przez inteligentne formy życia z Błękitnej Planety.

Oto aktualna lista po 2870 solach: Około 17 kamieni zidentyfikowano jako możliwe meteoryty. Dziesięć z nich, to meteoryty żelazne, z których na czterech widoczne są ślady figur Widmanstättena, a siedem, to kamyki z grupy Barberton. Zebrano dane z Mini-TES dla 9 dodatkowych kamyków z grupy Barberton. Jeśli pole kamieni Santa Catarina zostanie potwierdzone, jako meteorytowe, to automatycznie trafią na listę setki dodatkowych okazów meteorytów. Ludzie na tej planecie znaleźliby prawdopodobnie wiele dodatkowych meteorytów, których po prostu nie da się rozpoznać z powodu ograniczonych możliwości robotów. Moja intuicja podpowiada, że podczas popołudniowej przechadzki w większości regionów Marsa można by zapęłnić meteorytami średniej wielkości koszyk, może z wyjątkiem okolic biegunów, gdzie mogą je przykryć sezonowe warstwy lodu.

Wydaje się, że w świetle odkryć MER warto zastanowić się

nad znaczeniem słowa „meteoryt”. Dotychczas oznaczało ono coś, co wydarzyło się w ziemskiej atmosferze. Pojęcie materii z jednego globu czy globiku, wyrzuconej z tego globu i osadzonej na innym przywołuje obrazy takich zjawisk zdarzających się w całym Układzie Słonecznym. Czy zdziwiłoby nas teraz na przykład znalezienie fragmentów księżycy Jowisza, Ganimedesa, uwięzionych w osadach siarki na Io? Może takie skały lepiej opisywałoby w przyszłości pojęcie „egzogenit”. Istotnie prawdopodobnie odkrycia na Marsie będą kontynuowane zarówno przez Opportunity, jak i przez Marsjańskie Laboratorium Naukowe, Curiosity, które wylądowało w sierpniu, w kraterze Gale. Możemy nawet wybiec myślą dalej, do czasów, kiedy zostanie zrealizowana wizja załogowej wyprawy na Marsa, i przewidywać, że meteoryty będą stanowiły nie tak znów małą część zebranych próbek skał. Nauka o planetach zyskuje dzięki posiadaniu przetestowanych w terenie modeli rozwiązywania problemów dotyczących meteorytów. To, czego dowiadujemy się dzięki dokładnym badaniom obecnych zasobów tych niezwykłych skał, pomoże ukierunkować te wysiłki.

Dr James Ashley uzyskał doktorat pod kierunkiem dr Philipa Christensena na Mars Space Flight Facility w School of Earth and Space Exploration, Uniwersytetu Stanowego Arizony, gdzie prowadził obsługę Miniaturowego Spektrometru Emisji Termicznej dla misji MER. Obecnie jest badaczem w Lunar Reconnaissance Orbiter Camera Science Operations Center, także na Uniwersytecie Stanowym Arizony, i uczestniczy w misji MER kierując grupą mineralogii i geochemii. Jest dyrektorem Minor Planet Research, Inc., założonej w roku 2000, by pomóc w wykrywaniu i minimalizowaniu zagrożenia ze strony obiektów zbliżających się do Ziemi. Kilkakrotnie pojawiał się w programach History i Discovery Channel omawiając zagrożenie zderzeniami.



Trochę meteorytyki w... hotelu

Jacek Drażkowski

Na wstępie parę słów wyjaśnienia. No, może więcej niż „parę”, bo w dwóch słowach się nie da...

W 1985 roku przyjechałem wraz z żoną do Lidzbarka Warmińskiego, aby jako świeżo upieczony absolwent toruńskiej astronomii podjąć pracę w jednej z tutejszych szkół, przy której zaplanowano budowę międzyszkolnego obserwatorium. Lidzbark Warmiński był wówczas jedynym miastem ściśle związanym z Mikołajem Kopernikiem, a nie posiadającym ani planetarium, ani obserwatorium. Nie wnikając w szczegóły, napiszę tylko, iż splotem różnych wydarzeń i sytuacji ten stan nie zmienił się istotnie przez następnych 25 lat. Gwoli ścisłości, przy szkole noszącej dumnie imię Mikołaja Kopernika pojawił się budynek z kopułą, która jednak nie daje się poruszać, a w mieście i okolicy przybyło trochę prywatnych teleskopów i nawet jedno małe obserwatorium z odsuwającym dachem.

Sytuacja uległa zmianie w roku 2011, gdy w miejscu zaniedbanego przedzamcza dawnej rezydencji biskupów warmińskich wyrósł u boku perły gotyckiej architektury nowy, okazały obiekt — czterogwiazdkowy Hotel Krasicki — pięknie łączący

historyczną zabudowę z nowoczesnością.

Od początku jego gospodarze przyjęli konsekwentną linię promocji obiektu, nawiązując do niemałej galerii słynnych postaci, jakie przewinięły się przez to miejsce na przestrzeni wieków. Uhonorowano je poprzez nazwy sal i apartamentów. Jedną z najpiękniejszych (jeśli nie najpiękniejszą) jest Sala Kopernik (fot. 1). Znajduje się w dawnej baszcie prochowej, dzięki czemu jej okrągły kształt pięknie współgra z wypiastowanym w czarnym marmurze posadzki schematem układu heliocentrycznego zaczerpniętym z kopernikowskiego „De Revolutionibus” i trzema kręgami oświetlenia pod stropem (symbolicznym przedstawieniem idei Ziemi — trzeciej planety od Słońca).

Ludzie opracowujący strategię działania obiektu namówili właścicieli, aby ściśle nawiązać do najwybitniejszych postaci lidzbarskiego zamku i ich zainteresowań. I tak, wyróżnikiem nowego hotelu stały się biblioteka nawiązująca do tradycji literackiej biskupa Ignacego Krasickiego i obserwatorium astronomiczne nawiązujące do astronomicznej rewolucji Mikołaja Kopernika.

Obserwatorium astronomiczne

ulokowane zostało na ostatniej kondygnacji wybudowanej od podstaw wieży zegarowej, a mnie poproszono o konsultacje przy organizacji jego wyposażenia i funkcjonowania. Początkową ideą było, aby sprzęt nie wymagał specjalistycznej obsługi, więc mój wybór padł na Coronado do pokazów naszej dziennej gwiazdy i w pełni zautomatyzowanego Meade’a, który sam ustawia się wg satelitów GPS, widocznych jasnych gwiazd i potrafi sam zaproponować najciekawsze obiekty nocnego nieba do obserwacji. Opowiada o nich w jednym z trzech do wyboru języków, a po podłączeniu do monitora pokazuje jeszcze sporo obrazków i informacji. Hm... teleskop powinien to wszystko robić, niestety, rzeczywistość potrafi płatać przeróżne figle. Już na samym początku okazało się, że stalowa konstrukcja nośna wieży wraz z blachodachówką poszycia pseudobarokowego hełmu skutecznie oglupiają automatykę teleskopu. Niezbędny okazał się człowiek, a ja byłem praktycznie pod ręką.

Strategia marketingowa wymagała, by możliwość korzystania z teleskopów wpisać na stałe



Fot. 1. Po lewej fragment Sali Kopernik we wnętrzu baszty prochowej widocznej na zdjęciu po prawej. W głębi rezydencja biskupów warmińskich, gdzie kilka lat mieszkał i pracował Mikołaj Kopernik.



Fot. 2. NWA 4446 — chondryt węglisty CV3. Fot. Tomasz Jakubowski



Fot. 3. Canyon Diablo. Fot. Andrzej S. Piłski

do harmonogramu placówki, aby przyjeżdżający goście mogli dużo wcześniej zorientować się w ofercie i zaplanować swój pobyt. Trudno jednak jest zaplanować... pogodę. Zwłaszcza w takim miejscu, gdzie jeśli nie chmury, to warunki do obserwacji skutecznie mogą popsuć słynne warminskie mgły (zamek znajduje się w dolinie zbiegu dwóch rzek — Łyny i Symsarny).

Cóż więc można zaproponować gościom nastawionym na bliski kontakt z gwiazdami i planetami, gdy za oknem pochmurno lub mglisto? Dla mnie alternatywa była dość oczywista:

Meteority!

— *Dobry wieczór Państwu. Jak może zdążyli już Państwo się zorientować, trudno będzie dziś popatrzeć w niebo przez nasze teleskopy. Niestety, nie mają one możliwości widzenia poprzez chmury i mgły. Aby Państwu jakoś zrekompensować brak bezpośredniego spojrzenia na gwiazdy, planety czy Księżyc, przyniosłem w torbie*

kawalki tych ciał, które spadły z nieba na ziemię. To meteority. Państwo będą mogli je nie tylko zobaczyć, ale i wziąć do ręki. — Tak mniej więcej zaczynają się moje cotygodniowe sobotnie spotkania astronomiczne w hotelu, gdy noc jest zdecydowanie nieobserwacyjna, czyli... dość często.

Szybko się jednak okazało, że dawanie większej liczbie ludzi małych okruchów kamieni z nieba z ręki do ręki nie jest najlepszym pomysłem. Szukanie szarego okruszka skały księżycowej na szarej wykładzinie, bo ktoś uparł się jednak, by rozhermetyzować pudełeczko z „Księżycem”, to bardzo emocjonująca przygoda, pod warunkiem, że kończy się szczęśliwie. Rozdrobnienie płytki skały marsjańskiej na kilka części było jednak dla mnie zbyt traumatycznym przeżyciem. Podobny los podzielił mój pierwszy plasterek chondrytu węglistego Allende. Z drugiej strony, widok mężczyzny ukradkiem całującego pierwociny Stworzenia czy kobiety biorącej w dłonie pradawne skały niczym relikwie to coś bezcennego. Nie żałuję.

Najwspanialsze są dzieci. Z myślą przede wszystkim o nich postanowiłem spotkania wzbogacić o dodatkowe atrakcje — gadżety w postaci breloczków z pyłem meteorytów kamiennych lub opiłkami pozostałymi po cięciu meteorytów żelaznych (fot. 4). Fajnie jest później słyszeć od pracowników hotelu, jak taki obdarowany szkrab kazał ten swój pierwszy nieziemski

skarb przechowywać w sejfie razem z biżuterią mamy, czy inne podobne historie odzwierciedlające emocje towarzyszące pierwszemu kontaktowi z pozaziemską materią.

Jak już wspomniałem, dawanie do ręki małych okazów nie jest bezpieczne i na dodatek mało efektowne. Musiałem więc poważnie pomyśleć o wzbogaceniu swej skromnej kolekcji o trochę większe okazy, przynajmniej wielkości pięści, aby hotelowi goście faktycznie poczuli, że mają coś w ręku.

Nowe nabytki

Pierwsza okazja nadarzyła się, gdy Polskie Towarzystwo Meteorytowe (PTMet) oddało na charytatywną aukcję Wielkiej Orkiestry Świątecznej Pomocy 326-gramowy kawałek chondrytu NWA 869. Zadeklarowałem kwotę, na jaką było mnie stać i o dziwo nikt jej nie przebił. Z reguły ta regolitowa brekcja idzie na pierwszy ogień, a opowieść o zawartych w niej mikrodiamentach budzi dodatkowe emocje, zaś historia narodzin Układu Słonecznego z popiołów gwiazd ma już grono uważnych słuchaczy.

Sprawiony małżonce i sobie prezent urodzinowy (oboje przyszłymi na świat w podobnym czasie) w postaci efektownej kilkunastocentymetrowej płytki chondrytu węglistego CV3 (fot. 2) to z kolei piękny pretekst do opowieści o dalszej ewolucji materii, na żywych organizmach kończąc.

Spore zainteresowanie spotkaniami w sezonie letnim szybko wyeksplloatowało moje skromne zasoby pakowanych do breloczków



Fot. 4. Breloczki ze skrawkami meteorytów, jakie daję w prezencie gościom.

skrawków, jakie kiedyś podarował mi Andrzej Pilski. Z pomocą pospieszył kolega Tomek Jakubowski i zamiast oczekiwanego „trochę” podesłał mi całe dwie garście pustynnych meteorytów. Te jednak dawały zbyt małą pył przy rozdrabnianiu, więc ostatecznie pakowałem je całymi kawałkami w foliowe woreczki żyłkowe, dołączając do nich stosowne etykiety z logo PTMet (Tomek i ja jesteśmy członkami zarządu towarzystwa).

Ponieważ wychodzę z założenia, że ludzie z reguły nie szanują tego, co dostają darmo, takie souvenirs przypadały tylko tym z gości, którzy wykazywali aktywny udział w spotkaniach i np. odpowiadali na zadawane pytania. No cóż, świadomość wieku Ziemi, Słońca czy Wszechświata nie należy do powszechnej wiedzy. Początkowo zaskakiwało mnie, że mało kto zna np. Plejady, ale teraz już stan znajomości astronomii naszego społeczeństwa mnie nie dziwi i z tym większym zapałem oddają się szerzeniu tej dziedziny nauki.

Jej podstawową zaletą jest jej interdyscyplinarność. Historia, sztuka, religia, nauki przyrodnicze i ścisłe — wszystko to znajduje swoje odzwierciedlenie w astronomii. Dzięki wieloletnim kontaktom i przyjaźni z pastorem Jerzym Puszczem — miejscowym pasjonatem astronomii (również meteorytów!), ale także artystą i filozofem w jednej osobie — chyba nabrałem niemałej umiejętności w miarę swobodnego poruszania się pomiędzy tymi skrajnościami.



Fot. 6. Tak wyglądała kometa H-B w 1997 roku nad lidzbarskim zamkiem.

Bardzo sympatyczne i obustronnie owocne są spotkania z gośćmi hotelu, którzy mają podobne zainteresowania, a rozmowy z nimi mocno przeciągają się poza zaplanowane 1,5 godziny.

Nie tylko kamienie z nieba

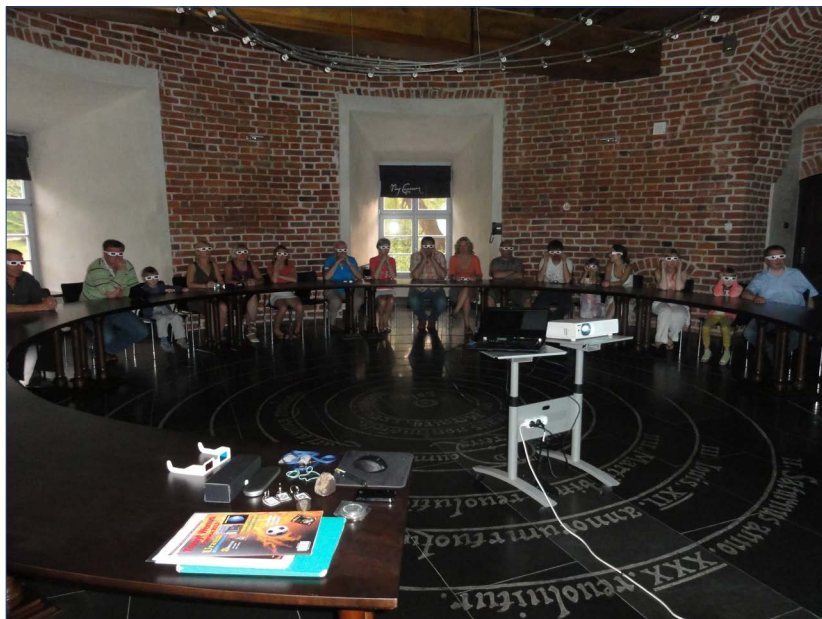
Oczywiście meteoryty nie są jedynym tematem nieobserwacyjnych spotkań astronomicznych, choć nie ukrywam, że z większości tematów udaje mi się rozmowę sprowadzić do ulubionych meteorytów. Kamiennych lub... żelaznych. Żelazo meteorytowe to świetny pretekst do omówienia budowy wewnętrznej planet i większych planetoid, a chociażby ostatnio dokładniej poznanej dzięki sondzie Dawn Westy. Westę lubię pokazywać na zdjęciach 3D, wyposażając gości w okulary anaglifowe (fot. 5).

Kawałek Westy w postaci plasterka meteorytu Millbillillie w rękę dodatkowo podgrzewa atmosferę.

Najnowszy nabytek w postaci bryły kosmicznego żelazstwa Canyon Diablo (fot. 3) świetnie współgra z przestrzennym obrazem Krateru Barringera. Bardzo lubię opowiadać historię inżyniera-bankruta, przechodząc płynnie do zastosowania nieziemskiej scenarii tego słynnego krateru w szkoleniach astronautów misji Apollo przez geologa Eugene Schoemakera, a stąd już tylko krok do programu śledzenia obiektów zagrażających Ziemi. Równie dobrze można przeskoczyć do zagadnień przyszłych misji do planetoid i traktowania ich jako źródła cennych surowców, chociażby metali ziem rzadkich.

Prawie za każdym razem, gdy dochodzę do tematu kosmicznych katastrof dosięgających w przeszłości naszą planetę, ktoś z sali pyta o bolid tunguski. Co ciekawe, o tym fenomenie wie znakomita większość, lecz najczęściej jest to stara wiedza tłumacząca zdarzenie kawałkiem jądra komety. I jak tu nie pokazać przy tej okazji zdjęć rozciągniętej nad lidzbarskim zamkiem komety Halle'a-Boppa z 1997 roku? (Fot. 6.) Tym bardziej że nadchodzący rok 2013 zapowiada się jako rok jasnej komety — i to nie jednej!

Okołometeorytowych tematów jest jeszcze sporo i nie sposób wspomnieć tu o wszystkich. Jeśli traficie kiedyś do Lidzbarka Warmińskiego, to zapraszam w sobotni wieczór do Hotelu Krasicki!



Fot. 5. Seans 3D.

„Go to Tataouine” — czyli po tunezyjsku „Idź do Diabła”

Andrzej Kotowiecki i Konrad (Conrad) Kotowiecki

Dla Tunezyjczyków Tataouine jest to najdalsze miejsce przed obszarami pustyni Sahary i gór Atlas. Wojska kolonialne francuskie miały właśnie tutaj ostatni Post-Fort przed Saharą, która należała dalej do ludów pustyni. Obecnie do Tataouine (czyli inaczej *Tatooine*, *Tatahouine*, *Tatahouïne*, *Taṭāwīn* lub *Tatawin*, *Fum Taṭāwīn*, *Fumm Tattauin*, *Foum Tatahouine*, *Fum Tatawin*, lub *Foum Tataouine* będącego w ośrodku administracyjnym Gubernatorstwa Tatawin) ok. 531 km od Tunisu, można się dostać praktycznie jedynie samochodem. Zawsze marzyliśmy, aby zobaczyć miejsce spadku deszczu meteorytów z planetoidy Westa. Jedyne niespotykanego meteorytu bo diogenitu i to koloru zielonego.

Kiedy zwiedzamy różne kraje, robimy to „kompleksowo” tj. staramy się zobaczyć wszystkie klejnoty danego kraju za jedną wyprawą, tak, aby więcej tam nie wracać, a fundusze poświęcić na następną wyprawę w nieznaną. Poprzednio w Afryce byliśmy tylko w Egipcie i, aby zobrazować

nasze podejście do każdej wyprawy, zwiedziliśmy tam Kair — największe miasto Afryki liczące ponad 20 milionów mieszkańców, oczywiście Muzeum Kairskie, Gizę z piramidami i Sfinksem, Luksor, a tam Świątynię Hatsepszet, Dolinę Królów, Świątynię Luksorsą, Świątynię Karnak itd. Odbyliśmy również rejs po Morzu Czerwonym, oczywiście z nurkowaniem i wyprawę po Saharze Jeepami i quadami. Cała wyprawa trwała tydzień. Powróćmy jednak do Tunezyjskiej wyprawy, która trwała również tydzień i w trakcie której zobaczyliśmy po trochu historii kartageńskiej, rzymskiej, arabskiej, berberyjskiej i kolonialnej francuskiej, jednak nie wszystko, ponieważ najważniejszym celem było Tataouine. Nasza wyprawa zaczęła się trochę niefortunnie. Samolot, którym lecieliśmy w lipcu z Krakowa do Tunezji, miał międzylądowanie Rzeszowie, gdzie część pasażerów przybyłych z Tunezji wysiadła, a na ich miejsce wsiadali udający się do Tunezji. Po szczęśliwym lądowaniu i oklaskach (to jest ciekawe, że nikt tego na świecie nie robi, tylko Polacy klaszczą)

okazało się, że jeden z pasażerów, siedzący pięć rzędów przed nami, zmarł w trakcie lądowania. No cóż, znam przepisy i wiedziałem, że tego dnia możemy nie dotrzeć do Tunezji, ale po dwóch godzinach i rozmowie z szefową stewardes, a także z policją, i zapewnieniach, że był to zgon naturalny, poleciliśmy dalej.

Na miejscu zamieszkaliśmy w mieście Sousse, w hotelu, który był bazą wypadową. W czwartym dniu pobytu wybraliśmy się na tereny pustynne przy granicy z Libią i oczywiście do Tataouine w poszukiwaniu meteorytów. Jak wiemy, w 1931 roku był tutaj spadek deszczu meteorytów, spadło 12 kg odłamków niespotykanego meteorytu, jedyne koloru zielonego. Naukowcy ustalili, że odłamki te pochodzą z krateru na planetoidzie Westa. W te rejony Tunezji zapuszcza się bardzo mało białych, ale wynajęliśmy przewodnika z samochodem z lokalnego biura podróży. Dlatego łatwo było poruszać się poprzez liczne posterunki policyjne i wojskowe na pustynnych terenach przygranicznych. Co prawda nie było chętnych na tę podróż, ale



Widok Tataouine.



Konrad na tle widoku terenów pustynnych z Gór Atlas.



Granica Miasta Tataouine.



Autor przed wejściem do Muzeum w Tataouine.

znalazł się jeden bardzo doświadczony starszy przewodnik Mohamed Toumi nr legitymacji 037 — Ministerstwa Turystyki, który oświadczył, że nie był na tych terenach przeszło 10 lat i pojedzie zobaczyć przy okazji znajomych. Tam czuje się wojnę w Libii. Wielokrotnie jak jechaliśmy głównymi drogami, to mijały nas libijskie karetki wiozące rannych do szpitali w Tunezji. Teren wokół Tataouine jest pustyński, suchy, pagórkowaty i górzysty, czasem przypominający krajobraz z Marsa.

Miasto słynne jest z okolicznych ksarów, a zwłaszcza Ouled Soltane, Chenini i Douiret, gdzie w opuszczonych osiedlach znajdują się malownicze spichlerze z XV i XVI wieku. Z uwagi na źródła wody pitnej miejsce to miało znaczenie strategiczne, i w okresie kolonizacji francuskiej stacjonował tu oddział wojska, a samo miasto zyskało nazwę *bramy na pustynię* (fr. *porte du désert*).

Sławę temu miejscu przyniósł plener do filmu *Gwiezdne wojny* George'a Lucasa, gdzie samo miasto użyczyło swojej nazwy pustynnej planecie Tatooine, a okoliczne ksary Ouled Soltane i Hadada posłużyły później jako plener do kolejnego filmu z cyklu — *Gwiezdne wojny: część I — Mroczne widmo*. Miasto pojawiło się też jako „Foum Tataouine” w filmie *Z Archiwum X*, gdzie umiejscowiono laboratorium obcych.

W trakcie przeszukiwania terenu znaleźliśmy jeden okaz meteorytu „Tataouine”, niewiele ponad 2 gramy, i oczywiście kilka ładnych skamielin i minerałów. Tak więc wyprawa odniosła sukces!

W Tataouine na uboczu znajduje się Muzeum, w którym można podziwiać garść okazów spadku z 27 czerwca 1931 roku, a także skromną kolekcję kilku meteorytów i tektytów. Mielśmy przy sobie okaz meteorytu NWA 869 z Maroka i postanowiliśmy ofiarować go do zbiorów tego muzeum. Byli bardzo szczęśliwi, a nas rozpierała duma i zadowolenie, że nie tylko zabieramy okazy z tego terenu, ale coś po sobie zostawiamy.

Na Piknik Meteorytowy w Dzieńgielowie przywiozłem pudło lokalnych słodczy.

Jest takie tunezyjskie powiedzenie typu „Idź do diabła” to jest „Idź do Tataouine” — no to właśnie tam byliśmy.

✍️