

A csátaljai meteorit

Manapság szinte minden téma feltárását azzal kezdjük, hogy először is körülnézünk a weben, hogy mi található meg a világban az adott kérdésben? Ha meteoritokra vagyunk kíváncsiak, a legelső találatok között máris értékes linkekre találunk. A világban napjainkig fellelt, hivatalosan minősített, a nemzetközi szakmai közösség által is elfogadott meteoritok listája a Meteoritical Bulletin Database (rövidítve MetBull) (<http://www.lpi.usra.edu/meteor/metbull.php>) nyilvántartásában található meg. Ebben a forrásban többféle szempont szerint lehet keresni. Ha beütjük Magyarországot, a jelenlegi határokon belül az alábbi 12 meteoritot tartják nyilván:

Hely	Státusz	Hullás?	Év
1. Kaba	megeősített	igen	1857
2. Kaposfüred	nem dokumentált ¹	?	1995
3. Kis-Győr	kétséges		1901
4. Kisvársány	megeősített	igen	1914
5. Mike	megeősített	igen	1944
6. Mikolawa	kétséges	igen	1837
7. Miskolc	kétséges	igen	1559
8. Nagyvázsony	megeősített		1890
9. Nyírábrány	megeősített	igen	1914
10. Ófehértó	megeősített	igen	1900
11. Buda (Ofen)	kétséges	igen	1642
12. Zsadány	megeősített	igen	1875

¹A MetBull adatbázisa szerint nem kellően dokumentált. Azonos lehet az egyik történelmi magyar meteorittal

A lista több mint érdekes. Több olyan tétel is szerepel benne évek óta, amelyekről ugyan némi leírás van, de nem maradt fenn vizsgálatra alkalmas darab (1559, 1642, 1837, 1901). Néhány adat pedig valószínűleg legalábbis kétséges, vagy bizonyosan hibás. A jövőben mindenképp indokolt a komolyabb felülvizsgálat.

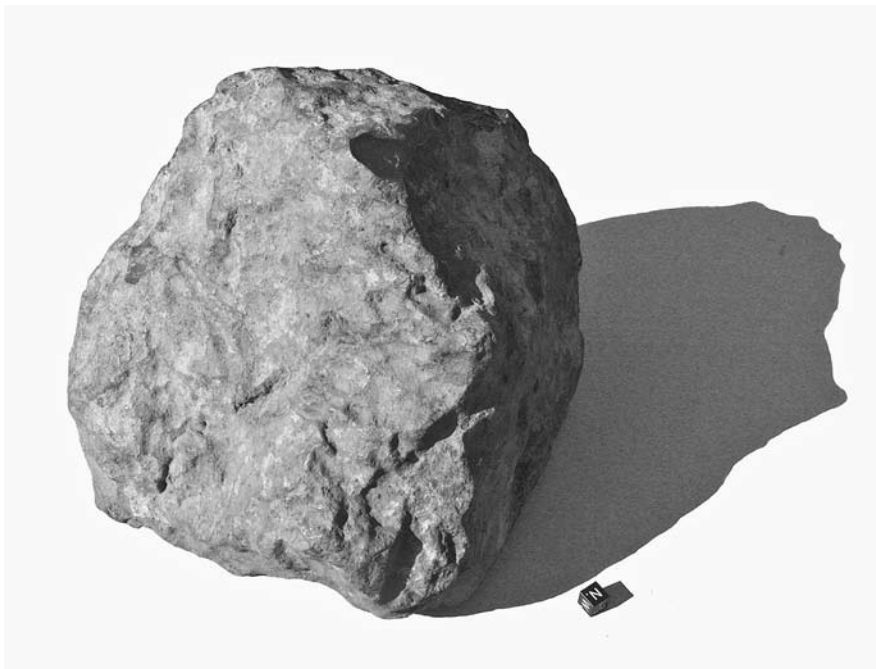
Minthogy első közelítésben a területtel arányos a földre hulló „égi kövek” eloszlása, így hazánk kis területének megfelelően eléggé ritkán kerül elő akár történelem előtti időkből, akár napjainkból származó hullás meteoritja. Az utolsó, a szakmát lázba

hozó esemény 1995-ben, a „kaposfüredi vasmeteorit” néven ismert meteorithullás volt. Az említett adatbázis ezt a meteoritot „nem dokumentált”-ként tartja nyilván. Bár a meteorit komoly szakmai elemzéseknek volt alávetve (elsősorban az ELTE-n, Prof. Dr. Kubovics Imre által) és referált cikkben is említik, mégis az utóbbi években előkerült hiteles dokumentumok miatt maga az 1995-ös hullás megkérdőjelezhető, és felmerül a meteorit azonossága az egyik történelmi magyar vasmeteorittal. Ennek eldöntése a következő évek feladata lesz, a mérések per-döntőek lehetnek e tekintetben. Számunkra inkább most az a fontos, hogy ha kihagyjuk a MetBull adatbázisában szereplő kétséges

Megye	Típus	Tömeg
Hajdú-Bihar	CV3	3 kg
Somogy	IVA vas	2,2 kg
Borsod-Abaúj-Zemplén	kondrit?	3,6 g
Szabolcs-Szatmár-Bereg	L6	1,55 kg
Somogy	L6	224 g
?	kétséges	
Borsod-Abaúj-Zemplén	kétséges	
Veszprém	IAB-sLL vas	2 kg
Hajdú-Bihar	LL5	1,1 kg
Szabolcs-Szatmár-Bereg	L6	3,75 kg
Komárom-Esztergom (?)	kétséges	
Békés	H5	552 g

tételeket és a kaposfüredit, akkor a nyilván-tartott magyarországi meteoritok listája a csátaljai kondrittal együtt mindössze 9 darab-ra (!) szűkül. Tehát a „magyar”-nak nevezhető meteorit „ritka, mint a fehér holló”.

Ezért is érthető az az izgalom és öröm, aminek 2012 őszén lehettek tanúi azok a kollégák a bajai obszervatóriumban, akikhez bekopogott egy személy, és bejelentette, hogy hozott egy érdekes követ, amit pár napja találtak, és szerintük nem olyan szokványos, mint amilyeneket máskor is ki szokott az eke fordítani a földből! A „kő” olyan külső felületi jegyeket mutatott (regmaglipt), amely szinte két-



A csátaljai meteorit (1 cm élű mérőkockával)

séget kizáróan meteoritgyanússá tette már az első pillanatokban is, valamint a mágnes is enyhén vonzotta, nagyjából egyenletes erővel, minden irányból!

A csátaljai Pannon Kft. egyik traktorának ekevasa 2012 egyik augusztusi napján, közepes mélységű mélyszántás során (kb. 25–30 cm mélységből) hozta napvilágra a régmúlt idők eme néma tanúját, amely évmilliárdokkal ezelőtti üzeneteket hordoz. Méterre pontosan mai napig nem mondható meg a hely, ahol évszázadokon át lapulhatott, mert a szántás zajos menete során vette észre Kis Károly gépkezelő a gépezet vas alkatrészei között ugráló, pattogó követ... A darab megtalálójának elmondása szerint gyakran fordulnak ki szántás közben különféle méretű kövek. Ezek nagy része a területen korábban létezett, de leomlott-beszántott régi tanyákból származnak, illetve a korábbi útépítésekből, esetleg a Duna által idehordott, és áradások után visszamaradt kövek. Ezeket rendszerint kidobálták

a szántóföld szélére, idővel kőrákosokba gyűjtötték össze, és az útépítéseknel alapotként használták fel. A megtaláló szerint ez a szóban forgó darab egészen más volt, erősen különböző minden korábitól – és amikor megemelte, rendellenesen nehéznek is találta. Társaival, Hegedűs Józseffel és Ördög Jánossal megbeszélve arra jutottak, hogyha már ennyire különböző valami, amely a közönséges kövektől ennyire eltér, honnan is kerülhetett ide másként, mint „fentről”... Így úgy döntöttek, beviszik a bajai csillagvizsgálóba, hogy a csillagászok megvizsgálhassák, és megmondják, vajon tényleg égből hullott kőről van-e szó?

A bajai csillagászok azonban elsősorban a csillagok fényváltozásainak elemzői, szakértői – a Föld környező térségéből, a Naprendszer múltjából üzenetet hozó (a nyelvújítás idejében „lebkövek”-nek nevezett) égi kövek számukra szintén rejtélyesek, de a kő külső jegyei alapján már első ránézésre is ígértesnek, azaz meteoritgyanús testnek



Kereszty Zsolt a csátaljai meteorittal

gondolták. Ezért néhány kisebb darabkát – megfelelő eszköz nélkül – lepattintottak róla, és két szakértő kollégához küldték: egyet az ELTE-re, egyet pedig a pozsonyi egyetemre. Sajnos itthonról sokáig nem érkezett hír róla, ellenben Juraj Toth hónapokkal későbbi válaszában megerősítette a test meteoritikus eredetét. A 16 kg-s mintát nagyjából ekkor látta Kereszty Zsolt, mint IMCA (www.imca.cc) és Meteoritical Society tag, aki H kondrit meteoritként azonosította („H” = magas vas-nikkel tartamú kondrit), és aki a későbbi vizsgálatokhoz meteorit vékonycsiszolatokat készített és preparált laborjában. Ekkoriban került minta a bajai csillagvizsgálóval szoros kapcsolatban lévő pécsi egyetem Földrajzi és Fizikai Intézetéhez is, ahol részletesebb vizsgálatokba kezdtek Kovács János geológus és Márton Zsuzsanna fizikus irányításával. Röntgendiffrakciós mérések, LIPS szinképelemzés és végül Raman-spektroszkópia készült egy kismintáról. Hegedüs Tibor és Kereszty Zsolt szervezésében, finanszírozásával időközben eljutott a meteorit a MetBull adatbázisba való közlés miatt Prof. Anthony Irvine-hoz (USA, Washingtoni Egyetem), aki

leírta a meteoritot mint H4 S2 W1 (1. később) típusú kondritot és végül 2015 februárjában bekerült az adatbázisba **Csátalja H4** néven, mint a legújabb magyar meteorit.

Ezután került a korábban említett néhány meteorit vékonycsiszolat Kereszturi Ákos kutatócsoportjához (MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Asztrofizikai és Geokémiai Kutatócsoport), akik tudományos szenzáció számba menő eredményre jutottak – de erről később.



Nagy az érdeklődés a csátaljai meteorit iránt a Magyar Csillagászok Találkozóján, 2013 szeptemberében (Mizser Attila felvétele)

A fő darabot jelenleg a bajai csillagvizsgálóban megfelelő körülmények között kiállítva őrzik, illetve a Természettudományi Múzeumban lesz látható egy nagy szelete. További minták jutottak el az ELTE-re, Pozsonyba, a debreceni ATOMKI-ba, a Pécsi Tudományegyetemre, az USA-ba, illetve védett magánygyűjteményekbe.

Néhány szó a meteoritokról

A meteoritok tudományos kutatása az 1803-ban, a franciaországi L’Aigle város mellett hullott meteoritzáppal kezdődött, és az Apollo-expedíciókkal egy időben teljesedett ki. Később pedig az Antraktiszon és száraz sivatagokban később felfedezett és jól konzervált minták újabb meteorit-típusok felfedezéséhez vezettek. Mára azt lehet mondani, hogy a kutatók rendelkezés-

re álló kb. 61 400 db minta szinte minden hétre tartogat valami új felfedezést. Maguk a meteoritok kisebb-nagyobb méretű aszteroidatörmelékek, melyek a Mars és a Jupiter közötti kisbolygóövből érkeznek. Bonyolult pályájuk végül keresztezi Földünkét, majd néhány 10 km/s-os sebességgel légkörünkbe érve lefékeződnek és feltűnő fényjelenséggel, esetleg hangrobbanással az alsóbb légrétegekben darabokra hullanak, végül eléri a felszínt. Hullásuk közben felületük megolvad és a fekete színű olvadt anyag, vékony üveges kérget alkotva hirtelen ráhűl a légkör által lefékezett, végül szabadesésben hulló és kihűlt meteor anyagára. Ezért megtalálásukkor a frissen hullott meteoritok MINDIG sötét, gyönyörűen bársonyos fekete/sötétbarna, esetleg sötétkekes színűek. A letörtött belső részeik, kőmeteoritnál (szaknyelven kondritok) általában világos szürkésék. A régi hullások a felszínen vagy az alá kerülve a nedvesség hatására oxidálódnak, és a fekete felület barnás-vörös-szürkésre változhat. Ritka kivételektől eltekintve mindegyiküket vonzza a mágnes (vas-nikkel tartalom!), de ők maguk nem vonzzák a vasat, nincs radioaktív sugárzásuk, és semmilyen mértékben nem károsak a megtalálóra. Alapvetően vas-, kő- vagy kő-vas anyagú meteoritokat tart nyilván a tudomány, de ismerünk a Holdról és a Marsról származó, rendkívül ritka példányokat is. Legtöbbjük a kőmeteorit, mintegy 94,5%, a vas anyagúak viszont nagyon ritkák, arányuk kb. 4,5%, legritkább a kő-vas anyagú meteorit (mindössze 1%, ilyen nem ismert hazánkban). A meteoritok tehát azért fontosak a kutatók és mindannyiunk számára, mert szinte ingyen találják, mintegy házhoz hozzák a Naprendszer kutatható, vizsgálható ősi anyagát, távoli égitestek tanulmányozható mintáit. Némelyikük sok szenet és szerves vegyületeket tartalmaz, találtak olyat is, amiben 70 különböző aminosavat sikerült elkülöníteni (Murray-meteorit)! Ezek az élet keletkezésének kutatása szempontjából alapvető fontosságú minták.

Érdekes lehet a meteoritok kora, melyet a mérések 4,7–4,8 milliárd évre tesznek, de magából a szülőégitestből való kiszakadá-

suk akár csak pár millió éves is lehet, tehát valamilyen relatíve friss ütközés hatására indultak meg Földünk felé.

Szinte mindig találunk bennük különböző mértékben vas-nikkelt, vas-szulfidokat, emellett a kőmeteoritoknál, szaknyelven kondritoknál (a görög kondrula = mag szóból) olivint, piroxént, földpátot és semleges gázokat, nyomokban Ga, Ge, Ir és más elemeket. A szakértő műszeres mérésekkel ezek előfordulása, aránya, változatai alapján tudja megkülönböztetni a meteorit típusokat.

A csatáljai meteorit kedvéért nézzük meg, hogy mi is volt a feltételezett fejlődéstörténete (Van Schmus, Wood cikkei alapján). Az ősi Naprendszer kialakulásakor a szoláris kőd porból és gázból állt. Gravitációs, elektromágneses és kvantumos erők hatására vas-nikkel és víz tartalmú ásvány szemcsék jöttek létre, melyekben kristályok váltak ki (olivin, piroxén stb). A szemcsék, melyeket kondruláknak hívunk, keringésük során forogtak, bukdácsoltak, ütköztek, csomósodtak, újra összeálltak és így tovább. Az összetapadt anyagcsomók egyre nagyobb anyaghalmozatokba rendeződtek, és létrejöttek a km-es nagyságrendű ún. planetezimálok, azaz az ősi kiségitestek ezrei, melyek gravitációja befolyásolni tudta egymás pályáját, vagyis ezek tovább ütköztek, darabolódtak és újra összeálltak. Ez az ősi Naprendszer első 100–150 millió évében történt.

A modell szerinti ősi kiségitestben valószínűleg szupernóvarobbanások eredményeképpen rövid felezésű idejű ²⁶Al izotóp volt jelen, méghozzá szokatlanul sok. Az izotóp felfűtötte a kiségitestet, ami a fagyott vízjeget megolvasztotta. Ez a folyékony víz hőtermelő (exoterm) reakcióba lépett a szilikátos ásványokkal, még több hő fejlődött, és akár nagynyomású gőz, víz áramolhatott a kiségitest ásványai között. A megnövekedett hőmérséklet hatására a kondrulák eredetileg közel gömb cseppecskéi átalakultak, a kiségitest belső szerkezete is átalakult, szaknyelven differenciálódott. A nehéz és könnyen olvadó vas-nikkel lesüllyedt, létrehozta a kiségitest fémmagját, innen származnak a vasmeteoritok. A köpeny különböző

mértékben átolvadt és szilikátos maradt, innen származnak az akondritok. A kettő határán a kb. 50–50% fémet és szilikátokat tartalmazó kő-vas meteoritok (pallazitok, mezoszideritek) jöttek létre. Ez tehát egy differenciálódott égitest fejlődéstörténete. A kondritok pedig olyan nem teljesen átolvadt (differenciálatlan) ősi kiségitestből származnak, amelyek csak részben tudtak átolvadni. Az átalakuláshoz a kutatók hőmérsékleti tartományokat soroltak, egészen a 0 °C-tól a 800 °C-ig. A legkevésbé átolvadt, azaz 0–200 °C-ig felmelegedett meteorit anyagát, a 3-as ún. petrológiai osztályba sorolták. A 4-es lett a 200–400 °C-os átolvadási, az 5-ös a 400–600 °C-os, a 6-os pedig a 600–800 °C-os tartomány. A csátaljai meteoritunk tehát a 4-es petrológiai osztályba tartozó, kb. 200–400 °C-ra felmelegedett kiségitestből származó kőmeteorit. Az egyes petrológiai osztályoknál megfigyelhető, hogy a kondritok a legteljesebben a 3-as osztálynál maradtak meg, míg a 6-osban már szinte teljesen szétestek, a magas hőmérséklet hatására.

Mit sikerült megállapítani a csátaljai meteoritról?

Az elemzések másfél éve folynak, sok minden már világossá vált és talán a különlegesen ígérkező meteorit az eddigi eredmények alapján máris elfoglalhatja a neki járó helyet az izgalmasnak ígérkező meteoritok képzeletbeli ranglétrájának előkelő fokán.

A Csátalja H4 kondrit zömök megjelenésű, minden irányból kb. 30 cm-es jellemző méretű, megtaláláskor kb. 16 kg-os, világos barna, kosárlabdányi, tekintélyes méretű meteorit, vöröses mállott kéreggel. Sűrűsége: 3,6 g/cm³. Ez a kőmeteoritoknál tipikusnak mondható érték (2,38–3,96 g/cm³). Kézben tartva rögtön feltűnik a földi kőzetektől eltérő nagyobb tömege. A meteorit felszínéről a kezdeti vizsgálatokkor lepattant egy lazábban kapcsolódó, kb. 50 mm átmérőjű szilánk, és emiatt jól látható a fő tömeg belső, sötét színű, matt feketés színű mintázata, benne a Fe-Ni csillogó szemcséivel. A felszín ujbbenyomódászerű 1–3 cm mély öblökkel –

szaknyelven regmagliptekkel – tagolt tipikus meteoritfelszín. Ezek a hulláskor keletkező forró plazmacsatorna „ablazív”, olvadási érintkezési pontjai a test felszínén. A földi nedves erózió miatt a feltűnően elmállott eredetileg fekete „égési kéreg” jelenleg 1–1,5 mm vastag. Részletesebb vizsgálatokor kiderült, hogy a meteorit valószínűleg hosszú időt tölthetett a nedvesebb jellegű csátaljai ártérben, és emiatt az agresszív környezet kezdte átalakítani a külső köpenyét, így limonitot és hematitot találunk a felszínén és belül is. Felmerül a kérdés, hogy a meteorit USA-ban megállapított W1-es (weathering skála 1. fokozat) fokozatú mállása, a rövidebb idejű, de intenzívebb nedves mállasztó hatásra vagy a régi – akár 500 évnél is idősebb – hullása miatt jött létre? Ehhez részletes laborvizsgálatok és a helyszín mélyreható topográfiai és hidrológiai elemzésére lesz szükség. Ennél a gondolatnál érdemes egy kicsit elidőzni. A hazánkban talált meteoritok közül a csátaljai az első ismert kondrit, melyet föld alatt találtak, utólag – a többi mind frissen hullott, és nem volt ideje sok időt eltölteni a Kárpát-medence nedvesebb viszonyai között. A kőmeteoritok „nem szeretik” a nedves klímát, ezért adódik a kérdés, hogy vajon a kisebb-nagyobb tömegű, régebben lehullott példányok mennyire tudták átvészelni a számukra káros erodáló hatásokat – hogy esélyt adjanak a megtalálásukhoz? De mint látjuk, a csátaljai meteorit esetében a válasz nem biztat túl sok jóval. A korszerű fémkeresők terjedésével ugyanis nő az esélye, hogy hazánkban is találni fogunk ezen módszerrel újabb meteoritokat, de az erős mállás miatt nem túl kockázatos azt mondani, hogy az így megtalálható meteoritok nem lesznek túl kicsik, akár a több kg-os becslés is megállíthatja a helyét. Eddig az időpontig azonban még nem találtak fémkeresős módszerrel meteoritot (megerősítve) Magyarországon. Gyakran érkeznek e cikk szerzőihez is kirándulások során, kertben ill. másol talált „oda nem valónak” tűnő, gyakran mágnesezhető darabok is – de mindmáig ezek normál kőzeteknek, ill. ipari hulladékoknak bizonyultak.

Az átlagember számára egyáltalán nem könnyű feladat egy talált kódarabról eldönteni annak esetleges meteoritikus eredetét. Ehhez ad segítséget ez a letölthető összefoglaló: http://www.hunmet.com/study/Utmutato_meteorit_azonositas.pdf

A csátaljai meteorit belső szerkezete

A meteorit vágott felülete visszavert fényben sűrű, változatos eloszlású, szinte szeplőszerű, de egyes zónákban vonalakká rendeződött vas-nikkel szemcséket mutat, melyek mérete a néhány tized millimétertől a néhány milliméteresig terjed. Érdekes, hogy a minta kiállításra való előkészítésekor a speciális és kemény gyémánt meteorit-vágótárcsa beleszaladt egy kb. 8–10 mm átmérőjű fémcsomóba, mely szokatlan a magas Fe-Ni tartalmú H kondritokban. A meteorit polírozott szeletét visszavert fényű megvilágításban vizsgálva feltűnik, hogy annak szerkezete a szürkésebb, töredezett állagú ún. breccsás, és a barnás-vöröses sokkolt ásványi erekkel elválasztott eltérő szerkezetű és a sötétebb (valószínűleg becsapódáskor vagy korábban az űrben már ütközött, ún. sokkolt) zónákból áll össze. Az ilyen, nem túl gyakori összetett szerkezetet ún. multi-litológias szerkezetnek nevezzük. A csátaljai meteorit szeletén a meteoritoktól szokatlan, nyitott, több mm-es keskeny repedéseket láthatunk, ezek eredete még tisztázandó. A kondrulák egy része 2–4 mm-es ép kondrula, viszont egy részük „metamorfizálódott”, átalakult töredezett állagot mutat. Maga a meteorit mátrixa (tehát a kondrulákon kívül minden más anyagrészt) tömött, szaknyelven megtartott, erős jellegű, vágni sem túl könnyű. A mintát erős, pl. neodímium mágnessel vizsgálva azonnal feltűnik, hogy az mennyire intenzíven vonzza a mágneset, köszönhetően magas, 16%-os Fe-Ni és magnetit tartalmának. Ebből jöttünk rá az elsődleges vizsgálatokkor, hogy valószínűleg magas Fe-Ni, FeS tartalmú (~15–20%) H kondrittal lesz dolgunk. Érdekes, hogy 30% relatív páratartalom felett a meteorit vágott

felülete oxidálódni kezd, ami szintén a nedves körülmények hatására vezethető vissza, ezért a meteoritot zárt térben 20% relatív páratartalom alatt kell tárolni.

Az egyik legbeszédeesebb meteoritvizsgáló módszer a vékonycsiszolatok mikroszkópos vizsgálata. Itt arról van szó, hogy a meteoritból vágnak egy nagyon vékony, milliméter alatti vastagságú szeletet. Ezt egyik oldalon síkra polírozzák, amit speciális ragasztóval felragasztanak egy mikroszkóp tárgylemezre, majd a másik oldalt kb. 30 mikrométer vastagságig lecsiszolják, polírozzák. Az így kapott vékonycsiszolat átmenő fényben már átlátszó, ásványai pedig vizsgálhatók keresztezett geometriájú polarizációs szűrők között. Az eltérő anyagi összetételű ásványi szemcsék más-más mértékben forgatják el a megvilágító fény polarizációs síkját, így a kapott szín az összetételről árulkodik. Ugyanezt a mintát visszaszórt elektronokat vizsgáló mikroszondába helyezve, konkrétan meghatározható az elemi és anyagi összetétel. A keresztpolarizációs mikroszkópos mintákat vizsgálva azonnal feltűnnek az összetoredezett kondrulák, mint a 4-es petrológiai osztályú meteoritoknál általában. Maguk a kondrulák hét altípusba sorolhatók, ezeket a csátaljai meteoritban meg is találták. A kondrulák közötti mátrixot a Fe-Ni, vas-szulfid és szilikátásványok töltik ki. Sokkolt ereket is látunk, melyek becsapódás hatására jöttek létre. Ezeknek a szemcséknek a kinézete, belső mintázata árulkodik arról, hogy pl. becsapódáskor mekkora nyomásnak volt kitéve a meteoritikus test. A kondrulákat határoló peremtartományok is fontosak: minél tovább volt kitéve a földi időjárásnak a meteorit, annál jobban behatolt a szemcsékbe a vas-oxid. Ezzel a földi hullási korukra kaphatunk becslést. Mint említettük, a csátaljai meteoritot vékonycsiszolati képe alapján a szaktekintélynek számító Irving professzor sorolta be pontos osztályba: H4 normál kondrit. A kondrulák alapján pedig S2 W1 a további jellemzője. Az első „S” betű a becsapódáskori nyomásnak való kitétség szerinti alosztály (a 2. osztály nem túl nagy stresszt jelez, kb. 2–5 GPa nyomást

– ami talán a puha öntéstalajra történt becsapódásnak köszönhető). A második „W” betű pedig az időjárás érőzi előrehaladottsága, amely tekintetében az 1. osztály még alig elkezdődött lebombást jelez. Tehát a csátaljai lelet még igen friss, nem túl régen eshetett le. Ennél pontosabban azonban ebből a vizsgálatból nem mondhatunk – a földre hullási kor lehet több száz év, de akár ezer is.

A következő korszerű, a minta minimális (szemmel észrevehetetlen mértékű) roncsolódásával járó anyagvizsgálati módszer az intenzív lézersugárral történő elpárolgatás (mikrogrammnyi mennyiségé), és a másodperc töredékéig felizzó anyag színképek rögzítése – ez a szakmai körökben LIPS rövidítéssel illetett módszer. A Pécsi Tudományegyetem laborjában kapott eredmények alapján a csátaljai meteorit főbb összetevői: Fe, Na, K, Mg, Si, Al, Ni, Ca, illetve nyomokban: Ba, Cs, Sr.

A minta egy kis szemcséjének röntgensugárzásnak történő kitétele már az ásványi összetételről is közelebbi információkat szolgáltat. A röntgensugarak kicsit eltérő szögekben szóródnak a különféle ásványokon – a végeredményül kapott szórásképet a táblázatokba foglalt laboratóriumi standardokkal összevetve megállapítható a minta összetétele. A csátaljai meteorit két legfőbb ásványi összetevője a forszterit és az enstatit.

A további vizsgálatok irányai

A tömegpektrométerekkel végzett speciális izotóp-analízis bizonyos korlátozásokkal Magyarországon is elvégezhető, de különlegesebb esetekben inkább német és kanadai laborokba kell elküldeni a mintát. Az eljárás alkalmas egészen kis koncentrációban jelenlévő atomok kimutatására is. Mivel nagyon érzékeny a tömeg értékére, ezért az adott elem atomjainak 1–2 neutronnal (azaz csak kis mértékben) eltérő változatait (azaz izotóp-jait) is képes kimutatni, illetve az adott elemtől 1–2 protonszámmal eltérő elemeket is. Ez azért fontos, mert a meteoritokban különféle instabil atomokat hoz létre a világűrben történő keringés során a kozmikus sugárzás.

Miután leesik egy meteorit a Földre, onnan kezdve a légkör védőpajzsként megvédi a kozmikus sugárzástól a meteoritot – tehát befejeződik az instabil atomok képződése, és attól kezdve ezek szabad bomlása indul meg. Ez az idő múlásával ismert arányban csökkeni az eredetileg létrejött instabil atomok mennyiségét, és időközben adott mennyiségű egyéb köztes bomlástermék-izotópot hoz létre. Ezek mérésével tehát meghatározható a földet érés ideje (persze sok mellékfeltétel miatt, amit nem tudunk pontosítani – csak több-kevesebb hibával).

Ha sikerül a földre hullási kor meghatározása, akkor egy nagyon izgalmas kaland veszi kezdetét: megpróbálhatjuk azonosítani a csátaljai eseményt valamilyen, korabeli szemtanúk által leírt égi eseménnyel! Ha az izotóp-analízis akár 10–100 év pontossággal megadja a leesés idejét, nekiláthatunk a korabeli krónikák, kalendáriumok módszeres átlapozgatásának. Előbb-utóbb bizonyosan rálelünk valami érdekes leírásra: akár nappal, akár éjjel történt a csátaljai meteorit meteoroid testjének ütközése a Földünkkel, bizonyosan erős fénylással, sokáig megmaradó füstnyommal és robbanásszerű hangjelenséggel járó esemény volt! Nem csak a környéken, de szinte az egész Alföldön figyelemre méltó jelenség kellett hogy legyen, amit több száz kilométeres körzetben is látni kellett az embereknek. Hacsak... nem volt vastag felhőréteg az egész Kárpát-medence fölött, és/vagy nem volt mennydörgéssel járó zivataros időszak. Ugyanis ezek elterelheték az emberek figyelmét, és pl. a sűrű mennydörgés közepette beeső szétrobbanó meteorra senki ügyet sem vet ilyenkor... Minthogy a meteor-tűzgömb jelenség mindössze néhány másodperces, könnyen előfordulhat, hogy éppen senki nem néz fel az égre az idő tájt... Háborús időkben, különböző rendkívüli események szintén elterelhetik az emberek figyelmét. Továbbá bármennyire is ideálisak lennének az égboltviszonyok, a tapasztalat szerint hajnali 2–4 óra között szinte mindenki alszik, szinte akármilyen történhet, senki nem fog róla tudomást szerezni. Egyelőre min-

den lehetséges – nagyon izgalmas lehet a történet végkifejlete. Egy biztos: már az eddigi múlt-feltáró kutatások is számtalan azonosítatlan régi tűzgömb-észlelést tartanak számon a legkülönbözőbb korokban, amelyekhez nem társult eddig megtalált meteorit darab! Valahol talán ezek között rejtőzhet a mi csátaljai leletünk is!

Ezen felül érdekes kérdés még, hogy lévén kőmeteorit, minden bizonnyal nem egyedül, magányosan érkezett légkörünkbe, hanem egy kb. 25 km magasságban szétrobbant nagyobb test egyik darabkája. Ki tudja, hány különböző méretű (akár még ennél sokkal nagyobb) darab heverhet szerteszét, a megtalálás helyétől néhány kilométernyi távolságon belül... Ezek is legfeljebb 40–50 cm mélységben lehetnek, mint ez a megtalált darab. Vannak olyan geofizikai terepi analitikai módszerek, amelyek alkalmasak akár sok méternyi mélységben rejtező nagyobb testek megtalálására, azonban sok idő kell több négyzetkilométernyi terület átvizsgálásra. Ráadásul az érintett térség mezőgazdasági művelés alatt áll – nem lehet akármikor felvonulni a területre speciális műszerekkel, és vizsgálni. Mindenesetre (ellentétben egy-egy friss hullás esetével) az idő nem hajt – a darabok ott fekszenek a talajban, ahol épp vannak, évente sem változtatva pozíciójukat, megtalálásukra várva, csak a mi kíváncsiságunk hajt, hogy mielőbb átfésüljük a területet. Az erre vonatkozó első kísérletek ez év tavaszán már megtörténtek, az ELTE geofizikus hallgatói közreműködésével, Lenkey László tanár úr vezetésével. Sajnos eddig negatív eredménnyel, de a jövőben még további kísérletek fognak a terepen folyni. Egyelőre a területet művelő tulajdonos cég gépkezelőtől is sokat várunk, az őszi és tavaszi földmunkák során sok négyzetkilométernyi földterületet megforgatnak, a szóban forgó darabhoz hasonlóan előkerülhetnek még további darabok is.

Nagynyomású különleges ásványok jelenléte a Csátalja H4 kondritban

A Csátalja H4 kondrit részletesebb hazai vizsgálatokor derült ki, hogy a Washingtoni Egyetem által megadott S2 sokkoltsági fok valószínűleg nagyobb, mint korábban gondolták (S4-5?). Az ELTE Kereszturi Ákos által vezetett csoportja kimutatta, hogy a meteorit a ritka és csak rendkívül nagy nyomáson létrejövő kék színű ringwooditot tartalmaz, melyet először az ausztráliai Tenham L6 kondritban mutattak ki 1969-ben. A ringwoodit nagyon ritkán fordul elő meteoritokban, így a mi esetünkben is unikális jellegű. Az ásvány az olivinek spinell-csoportjának tagja, összetétele: $(Mg,Fe)_2SiO_4$. Általában 20 GPa nyomás és 1200 °C hőmérséklet felett keletkezik, mely a Földön 525 és 660 km-es mélységben fordul elő, a földi atmoszféránál húszeszer nagyobb extrém nyomáson. Izometrikus kristályai jellegzetes kék színben derengenek, alakja változatos. Megfigyelhető, hogy az egész mintában csak a sokkolt erekhez közel, attól nem túl távol alakult ki. Keresztmetszetük félig vagy teljesen átlátszó, néhol hullámos töréssel, több helyen beagyazott idegen ásvánnyal. A ringwoodit mellett egy még ritkább szintén nagy nyomáson létrejövő ásványt is sejtene a kutatók a csátaljai kondritban, az akimotoitot, mely eddig mindössze 6 db meteoritban fordult elő. A hazai kutatások ennek az ásványnak a kimutatására, azok összetételének vizsgálatára is irányulnak. Az még külön vizsgálandó, hogy a magas nyomás a földet érés pillanatában és/vagy úrbéli ütközés(ek) hatására alakult-e ki. Valószínűleg még sokat hallunk a jövőben erről a szenzációszámba menő felfedezésről.

Ezúton mondunk köszönetet valamennyi, a meteorit megtalálásától e cikk megírásáig terjedő időnkig a kutatásainkat segítő, előremozdító személynek.

Hegedűs Tibor – Kereszty Zsolt