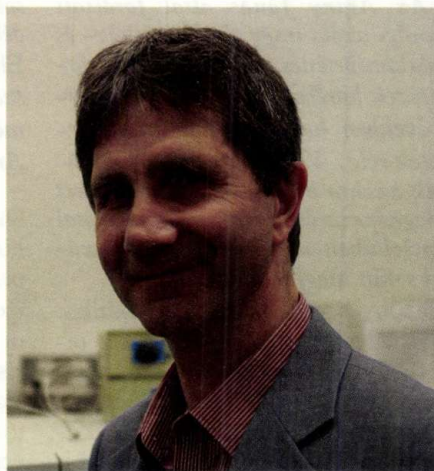


INTERJÚ DEMÉNY ATTILÁVAL

CSEPPKÖVEKBEN A KLÍMAVÁLTOZÁS

a hét kutatója

Hazánk cseppkövei nem csak turisztikai látványoságnak számítanak, hanem értékes információkat rejtene a klímaváltozás vizsgálatához. Ezek kinyerése nem egyszerű, a barlangok átfogó vizsgálatától a cseppkövek több módszert alkalmazó elemzéséig terjed. Demény Attila akadémikus, az MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet igazgatója nemrég tartotta akadémiai székfoglalóját a cseppkövek klímakutatói szerepéről. Ebből az alkalomból beszélgettünk arról, milyen eredményekre jutottak a Kárpát-medence éghajlatváltozásával kapcsolatban.



(CZIPPON GYÖRGY FELVÉTELE)

– Nemcsak Magyarországon, hanem a Kárpát-medence különböző részein is vizsgálják a cseppköveket. Van jelentősége annak, hogy honnan származnak a minták?

– Valamennyi van. 2–300 km-es távolságon még nem érződik, de a horvátországi barlangok és a Baradla között már jelentős különbségek vannak. Más a csapadékszállítás iránya, ami tetten érhető a cseppkövek összetételében. Horvátországba főleg a mediterráneumból érkezik csapadék, mi főleg az atlantikumból kapjuk. Ez persze nem zárja ki a Földközi-tenger térségéből érkező csapadék megjelenését Magyarország területén, amit a stabil izotópok vizsgálatával ki tudunk mutatni.

– Milyen más információk nyerhető ki a stabil izotópokból?

– A stabil szénizotópok aránya döntő részben azt mutatja, mennyi a biológiai aktivitásból származó szén-dioxid. Ha a ^{13}C és ^{12}C izotópok aránya nagyon alacsony, az csapadékos, meleg klímára utal. A $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ arány függ a csapadék összetételétől és a kiválási hőmérséklettől, vagyis attól, milyen meleg volt a barlangban. Emellett a szén- és oxigénizotóp-összetételek alakulá-

sához hozzájárulnak másodlagos folyamatok is, például az, mennyire volt szellőzött a barlang. Ha nagyon erősen szellőzött, akkor erőteljesebb a párolgás és a szén-dioxid kigázosodása, ami a víz-levegő határfelületen könnyebben átdiffundáló könnyű izotópok eltávozását vonja maga után.

A stabil izotópok elemzése a képződési hőmérséklet becslésére is alkalmas. A folyadékszárnyokban csapadózott csepegővízből kiszabadított csapadékvízben a hidrogénizotóp-összetétele és a karbonát oxigénizotóp-összetétele a csapadékszálítási irány mellett például a felszíni levegő, valamint a barlang hőmérsékletétől is függ, ami természetesen megjelenik a barlangban is. De nem csak izotópokkal foglalkozunk, hanem nyomelem-összetételekkel is kiegészítjük a vizsgálatunkat. Például a szénizotóp-összetétel mellett a foszfortartalom kiegészítő információt nyújt a csapadékoság mértékére. Mindezen adatokat együtt vizsgálva és értékelve sok klímaparaméterre, például a csapadékszállítás irányára, hőmérsékletre, csapadékmennyiségre tudunk következtetni.

Néhány hete fogadták el a paleoklímakutatás vezető folyóiratában egy

cikkemet, ahol egy olyan, a Baradla-barlangból származó cseppköben vizsgáltunk, ami az utolsó, a jelenlegihez hasonló meleg időszakban (interglaciálisban) keletkezett. Ez az utolsó, a jelenlegihez hasonló meleg időszak volt. A mélytengeri fúrások és az antarktiszi jégsapka vizsgálatából tudjuk, hogy az utóbbi egymillió évben nagyjából 100 ezer évente volt meleg időszak, köztük pedig nagyon hideg eljegesedési időszakok. A meleg időszakok főként a napsugárzás és a Földpálya változásainak hatására jöttek létre. De még a meleg szakaszokon belül is voltak lehűlési-fölmelegedési időszakok. A kérdés az, hogy a most tapasztalt felmelegedés mennyiben analóg a korábbi hasonló időszakok fölmelegedésével?

– Mennyire?

– Erre csak nagy mennyiségű megbízható adat alapján tudunk válaszolni. Most sikerült egy nagyon jó cseppkövet találni, ami a 120–130 ezer évvel ezelőtti meleg időszakról árulkodik. De nem csak ezt vizsgáltuk meg, Belgiumtól Izraelig 11 barlangi előfordulásból származó cseppkö adatait hasonlítottuk össze a Baradlával. Nagyon érdekes térbeli eloszlásokkal sikerült megfigyelni. Meg kell jegyezni, hogy

nagyon sok a lokális hatás, de az adatok alapján az a kép alakult ki, hogy ezen a 15 ezer év hosszú melegebb időszakon belül volt egy korai időszak, amikor nagyon erős téli csapadékmennyiség növekedés történt, ami a Mediterráneum környékén rajzolódott ki. A csapadékatrendeződés oka az lehetett, hogy a Grönlandnál átszakadt egy nagyobb morénagát, elöntötte az Észak-Atlantikumot. Az édesvíz kicsit délebbre nyomta a Golf-áramlatot, a csapadékszállítás pedig a Mediterráneum felé nyomódott, így oda szállítódott a hó és a csapadék is.

– Mennyire pontosak a cseppkövekből kinyert adatok?

– Ez nagyon fontos kérdés. Bármilyen változást látok, alapvető feltétele a helyes értelmezésnek, hogy pontosan tudjam a korát. A legpontosabb nyilvánvalóan a faévgűrűk vizsgálata. Egy másik nagyon pontos módszer, ha éves lamináltságot mutató üledékeket vizsgálunk. Ez főképpen skandináv területen jellemző, mert ehhez nagyon zavartalan környezet kell. A Balatonban például ilyen nagy felbontású elemzést végezni nem lehet, mivel a szél, a Zala befolyása és más okok miatt bekövetkező üledékfelkeveredés miatt 100 évesnél nagyobb pontosságot nem nagyon lehet elérni. A Retyezátban vagy a Máramaros területén vannak olyan tavak, ahol éves rétegcskéket lehet megfigyelni az üledékből kinyert fűrőmagokban. Ha ezek zavartalanul megvannak, akár 5000 évet lehet végig kísérni 5000 rétegben. Viszont ha valami felkavarja, megakasztja az üledékképződést, akkor más módszert kell használnunk.

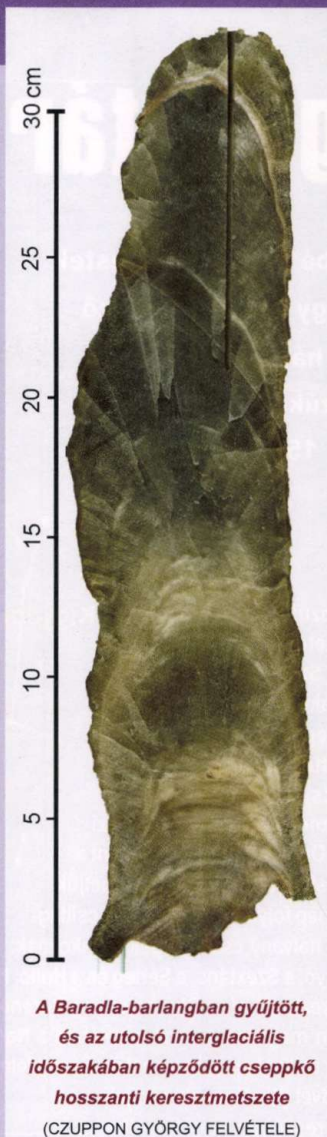
A jelenkortól folyamatosan képződő, évente egy elkülöníthető réteget mutató képződmények nagyon ritkák, ezért legtöbb esetben a rétegek visszaszámolása mellett korhatározási eszközökre van szükség. Azért nagyon előnyös a cseppkövek vizsgálata, mert van két olyan módszer, ami abszolút korokat ad. Az egyik a ^{14}C , vagyis a radiokarbon-elemzés, a másik pedig az urán-tórium sorozatos kormeghatározás. A pontosság jó cseppkőnél néhány ezer

éves távlatban néhány évtized. A mi esetünkben a 120–130 ezer év közötti időszakban egy-egy mérés pontossága 7–800 év volt.

– Lehet-e következtetni a régebbi adatokból a jövőre?

– Közvetlenül nem. A nagy klímakutató intézetekben, mint például az Alfred Wegener Intézet, klíma modelleket készítenek a múltra vonatkozóan is. Akkor jó a modell, ha más, korábbi adatokból kijött összefüggéseket kapom meg a modellben is. Ha nem, akkor vagy a klíma-modellt kell módosítani, vagy az adatok értelmezésén kell elgondolkodni. Ha jó az egyezés, akkor a modellt alkalmazhatom a jelenlegi klímaváltozásra is, és megbízhatóbb lesz a projektálásom.

Ehhez kapcsolódik az a tervem, hogy több különböző meleg időszak cseppköveit vizsgálom meg a Kárpát-medencében és környékéről. Ha mindig úgy



A Baradla-barlangban gyűjtött, és az utolsó interglaciális időszakában képződött cseppkő hosszanti keresztmetszete (CZUPPON GYÖRGY FELVÉTELE)

működött, hogy 10–11 ezer év után bejött a lehűlés és most nem, hanem felmelegedés lesz, akkor gyanús, hogy tényleg az emberi tevékenység is hozzájárul a változáshoz. Ha azt látom, hogy mindig bejött egy felmelegedés, akkor el kell gondolkodni azon, hogy ez lehet egy természetes fölmelegedési folyamat is. Ehhez nagyon sok adat kell, ami még nincs, mert az adatok megszerzése kellő mennyiségben és pontosságban nagyon nehéz. A cseppköveknek az az előnye, hogy egészen 500 ezer évvel ezelőtlig vissza lehet velük menni. Hátrányuk viszont, hogy minél idősebbek, annál nagyobb az esélye, hogy be vannak kérgezve. A hatalmas cseppkövek belsőjében valószínűleg ott vannak az idős cseppkövek, és azokban a korábbi interglaciális nyomai, de nem férünk hozzá. Nem tudom behozni a laborba és kettévágni, méretezni, mert védettek. Amiket be tudunk hozni, azok

általában fél-egy métersek. Ezeket a Nemzeti Park engedélyével, természetesen nem letörve, hanem a földről összeszedve be lehet hozni.

Most van egy projektünk, amiben a kidőlt nagy cseppköveket megfűrjük. Van olyan kidőlt cseppkő a Baradlában, ami 8 méter hosszú. Ezekből fűrőmagot lehet kiemelni a cseppkő minimális, a nagyközönség számára nem

észlelhető módon elvégzett megfűrésával. Az elemzésekkel a célunk az, hogy minél alaposabban megértsük a Kárpát-medence klímájának változásait nagy időléptékben is.

TRUPKA ZOLTÁN

Az MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézetében működő stabilizotópmérő tömegspektrométerek (CZUPPON GYÖRGY FELVÉTELE)

