



PANNON EGYETEM UNIVERSITY OF PANNONIA

Pósfai Mihály
egyetemi tanár
Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet, Nanolab
H-8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

Vélemény Újvári Gábor, Ph.D.

„Az utolsó glaciális időszak gyors klímaváltozásainak ásványi por ciklust érintő hatásai és visszacsatolásai az észak-atlanti térség és Közép-Európa vonatkozásában”

című MTA doktori értekezéséről

Újvári Gábor az utolsó glaciális gyors felmelegedési-lehülési ciklusai (Dansgaard-Oeschger ciklusok) és a légköri por közötti kapcsolatokat vizsgálta. A kutatás a jelen éghajlatváltozás megértése szempontjából is fontos, hiszen nem ismertek megfelelően azok a kiváltó és visszacsatoló mechanizmusok, amelyek az utolsó eljegesedés során a rendkívül rövid idő – akár évtizedek – alatt bekövetkező, jelentős – akár 15 °C-os – hőmérsékleti kilengéseket okozták. Régóta ismert, hogy a hőmérséklet és az ásványi por aeroszol mennyisége között összefüggés van, de a porszállítási útvonalak, a poros légkör visszahatása az éghajlatra, valamint a porciklus és éghajlat együttes regionális hatásai csak hézagosan ismertek, ezért e témák fontos és aktuális kutatási kérdéseket vetnek fel.

A rövid értekezés 7 első szerzős tanulmány összefoglalása. Ezeket a tanulmányokat, illetve az általuk képviselt kutatási irányokat három csoportba lehet sorolni: a művek egy része a grönlandi jégmagokból és potenciális porkibocsátó területekről származó ásványi por elemzésének eredményei, valamint légköri modellek alapján a por forrását igyekeznek azonosítani, ezáltal hozzájárulva a glaciális alatti légköri szállítási útvonalak és cirkuláció megértéséhez. A másik fő kutatási irány a stadiálisok-interstadiálisok regionális hatásának elemzése, amelyet elsősorban a dunaszekcsői lösz korolásával és a helyi porfelhalmozás mértékének vizsgálatával végzett el. A harmadik csoportba sorolhatók a módszertani újításokkal foglalkozó tanulmányok: ilyen a por stabilizatópos vizsgálatához bevezetett új feltárási módszert, illetve a szemcseméret mint éghajlati proxy alkalmazásának korlátait tárgyaló cikk. Valamennyi publikáció egy koherens, jól megtervezett kutatás része, amely jelentős tudományos kérdésekre keresi – és részben meg is találja – a válaszokat.

A rövid értekezés ezt a koherens kutatási koncepciót tükrözi, tehát nem egy összefűzött cikkgyűjtemény, hanem a téma és az eredmények tömör összefoglalása, amely önmagában is „fogyasztható”, azaz a kutatás módszerei, eredményei és következtetései megértéséhez nem szükséges a hozzátartozó cikkek ismerete. Formailag a dolgozat teljes mértékben megfelel a követelményeknek, az ábrák hasznosak, részletesek, és a szöveg is többnyire jól követhető. Talán egyetlen hátrányát látom a rövid formának: a tömörségre való törekvés helyenként túl

hosszú és bonyolult mondatokat is eredményezett, elsősorban a bevezető és összefoglaló szakaszokban, ami itt-ott nehezíti az érthetőséget.

Mivel az értekezés anyagát adó tanulmányok a szakterület legkiválóbb lapjaiban jelentek meg (köztük PNAS, Earth-Science Reviews, GRL, JGR), a munka tudományos eredményei már többszörös szakértői ellenőrzésen estek át, feltehetően a jelen bírálónál avatottabb kollégák által. Bár a cikkek mind az utóbbi 7 évben jelentek meg, több közülük már jelentős számú hivatkozást generált, tehát eredményeik beépültek a nemzetközi tudományba. A cikkek szerzőlistája arról is tanúskodik, hogy a Jelölt több, nemzetközileg elismert kutatócsoporttal épített ki kapcsolatokat, és a közös kutatásban nem „bedolgozó” közreműködőként, hanem a kutatás vezetőjeként vett részt. A fentiek alapján nem is lehet kérdés, hogy az MTA doktora címet megérdemlő munkáról van szó. Előrebocsátom, hogy a téziseket is elfogadom. Mindemellett a munka egyes részeivel kapcsolatban vannak általános kételyeim, amelyek megvitatásra érdemesek lehetnek, ezért ezeket az alábbiakban részletezem.

A grönlandi por forrásterületeinek azonosítására a Szerző változatos stabilizotópos módszereket használt (Sr-Nd-Hf, H), és agyagásvány-összetételek elemzését vetette be. Ez a megközelítés feltételezi, hogy adott forrásterületnek létezik egy izotópos és/vagy agyagásványtani „ujjlenyomata”. A légköri aeroszollal kapcsolatos saját tapasztalataim alapján is a témával foglalkozó légkörkémikusok és modellezők szerint létezik “arizonai por” vagy “csádi por”, holott mindegyikben általában ugyanazok a kőzetalkotó szilikátok vannak, legfeljebb más arányokban. Különösen furcsának tűnik a “szaharai” vagy “észak-afrikai” por emlegetése egy kontinensnyi méretű, geológiailag változatos sívtag esetén. A dolgozatban közzétett eredmények sem arra utalnak, hogy egyértelműen azonosítható lenne egy-egy porkibocsátó terület, hiszen:

- a 2. ábrán látható, agyagásványokra vonatkozó $\delta^2\text{H}$ értékek szerintem nem mutatnak általános összefüggést a földrajzi szélességgel (csak annyit, hogy a szélső értékek a legészakibb és legdélibb területre vonatkoznak, ahogy ezt a 4. tézispont kifejti);
- a 3. ábrán látható Sr és Nd izotópos adatok szerint a különböző forrásterületekre vonatkozó értékek átfednek, az egyes területekre vonatkozó domének határvonalai meglehetősen tetszőlegesen meghúzótnak tűnnek;
- a 4. ábrán a Nd és Hf izotópos értékek is részben átfednek a különböző forrásterületek között;
- a kíméletlen mintaelőkészítés, a karbonátok savazása különböző ásványi összetételű porkeverékek esetén szelektív oldással, ezáltal az eredeti izotópos arányok megváltozásával járhat; a sok preparatív munka miatt feltételezem, a méréseket erősen befolyásolja, melyik laboratóriumban készültek;
- végül: feltételezem, hogy bármilyen porhoz hasonló izotóp- és agyagásvány-összetételek előállíthatók az egyes források megfelelő arányú keverésével.

A Szerző nagy érdemének tartom, hogy a fenti és részben még egyéb bizonytalanságokat eredményező tényezőket külön alfejezetben tárgyalja (3.1.2 „A lehordási terület ásványtani és izotópgeokémiai indikátorainak bizonytalanságai” címmel), megpróbálja ezeket a tényezőket a lehető legjobban kizárni (amire jó példa az ammónium-bifluoridos feltárás módszerének kidolgozása), és hogy nem mechanikusan, az azonosított indikátorok alapján próbálja a lehetséges forrásterületeket azonosítani, hanem inkább kizárásos alapon. Továbbá a forrásterületek azonosításában igen nagy súllyal veszi figyelembe a lehetséges trajektóriák modellezéséből kapott eredményeket. Ez a gondos, mértéktartó értékelés az oka, hogy el tudom fogadni a tézispontokban megfogalmazott állításait.

Mindezzel együtt kérem, hogy

- *a fenti a)-e) állításaimat cáfolja vagy árnyalja, ha nem ért velük egyet, és*
- *érdekelne a véleménye – így utólag – hogy érdemes-e ekkora kutatási arzenált, munkaigényes és drága módszereket bevetni a kibocsátási területek izotópos és ásványtani módszerekkel történő azonosítására, ha előre láthatóan kétséges lesz az eredmény?*

A dolgozat további részeivel kapcsolatban nincsenek sem elvi, sem a kutatással kapcsolatos konkrét kétségeim. Nagyon alapos munka a dunaszekcsői lösz korolása a csigahéjak ^{14}C értékei alapján, a kis csiga – nagy csiga héjak közötti korkülönbség felismerése külön említést érdemel. A lösz körültekintő szemcseméret-elemzése ismét rámutat arra, hogy egy sok változó által befolyásolt tulajdonság nem lehet alkalmas proxy egy bizonyos tényező (itt a szélsébség) rekonstruálására. Ezzel szemben a pontos korolás révén a porfelhalmozódás mértéke meghatározható, és ebből a Szerző értékes következtetéseket vont le a régió porfluxusának maximumai és a grönlandi interstadiálisok párhuzamosságára vonatkozóan. Mindezeket értékes új tudományos eredményként értékelem.

A dunaszekcsői lösz csigáinak izotópos vizsgálatából kapott évszakos hőmérsékletváltozások, és a porfelhalmozódás mértékének megállapítása révén a Szerző kísérletet tesz a nagyléptékű légköri folyamatok, ezzel az éghajlatváltozás kiváltó okainak értelmezésére is. Elsősorban a poláris futóáramlás pozíciójának megváltozásával magyarázza a hőmérséklet kilengéseit. Ezzel kapcsolatban azonban hiányérzetem maradt, továbbra sem világos számomra, hogy ezek a pozícióváltások miért következtek be. Ezért az alábbi, meglehetősen általános kérdéseim vannak, és nem kizárólag a jelen kutatás eredményeire vonatkoznak, hanem a szakmai konszenzusra, ha egyáltalán létezik ilyen:

- *Miért voltak ennyire rövid időtartamú, mai szemmel nézve hatalmas hőmérsékleti kilengések a glaciálisokban, és milyen tényezők fordították vissza a melegedést egy-egy ciklusban?*
- *Miért stabilizálódott az éghajlat kb. 12 ezer éve, mi az oka, hogy a holocénben nem tapasztaltunk akkora hőmérsékletváltozásokat, mint korábban?*

A fenti, a dolgozat tartalmát érintő megjegyzéseken túl néhány kisebb jelentőségű formai-nyelvi kritikám van:

- Bevezetés és Összefoglalás: valószínűleg a terjedelmi korlátok miatt kissé túl tömör és tagolatlan mindkét rész, vannak egyeztetési és vesszőhibák, és helyenként túl hosszú, bonyolult mondatok (főleg az összefoglalásban).
- 7. oldal: “A szemcseméret és az ásványtan izotópos összetételre gyakorolt hatásának..” – az ásványtan egy tudomány, annak nincs hatása az izotópos összetételre.
- Következtesen alumínium-szilikátként említ minden szilikátot (azt hiszem, ez az amerikai légkörös szakirodalom hatása) – pl. kvarc és más Al-mentes szilikát is előfordulhat a vizsgált anyagban, ezért elegendő lenne a “szilikát”.
- “kondritikus” – szerintem inkább “kondritos” magyarul.
- 11. oldal, (3) egyenlet: nem hiányzik egy-egy zárójel a számlálóból és a nevezőből is?
- 12. oldal: a kvarcra miért használ 0,1 abszorpciós indexet, nem átlátszó?
- 15. oldal tetején: “a magasabb hőmérséklet és $\delta^{18}\text{O}_{\text{test}}$ értékek felé mutató tendenciák..” ezt a mondatot nem értem.
- Az 1. ábra vízszintes tengelyén balról jobbra haladtunk előre az időben, a 6. és a további hasonló ábrákon jobbról balra - van ennek valami jelentősége? Engem megzavart.

- A 8. ábra felső paneljén mi az oka a függőleges tengely fordított tájolásának (lefelé növekvő inszoláció)?
- 9. ábra aláírásában: “Csigaházak... hőmérséklete” – helyesen a csigaházak környezetének hőmérséklete.

Összegezve: Újvári Gábor dolgozata egy fontos geokémiai-paleoéghajlati témát dolgoz fel. A kutatás céljai világosak, módszerei korszerűek és ezeket a Szerző maga is fontos elemekkel fejlesztette. Mind a műszeres méréseket, mind a kapott adatok értékelését rendkívüli gondossággal végezte, eredményeit a szakterület kimagasló folyóirataiban publikálta. A tézisekben megfogalmazottakat elfogadom új tudományos eredményként, és javaslom Újvári Gábor számára az MTA doktora cím odaítélését.



Veszprém, 2023. május 23.

Pósfai Mihály
egyetemi tanár