

**„A bakonyi és gerecsei karni (késő-triász) medence öskörnyezeti rekonstrukciója
ásványtani és geokémiai vizsgálatok alapján” című doktori értekezés bírálataiban feltett
kérdésekre adott válaszok**

Mindenekelőtt köszönetemet fejezem ki opponenseimnek a dolgozat alapos és kritikus bírálatáért. A bírálatokban összefoglalt észrevételekkel egyetértek és elfogadom azokat. Az előforduló elírások és a helyenként félreérthető, kevéssé szabatos szaknyelvi fordulatok elkerülésére a jövőben fokozottan figyelni fogok. A feltett kérdésekre válaszaim az alábbiak:

Dr. Budai Tamás:

„Mit ért „talajoldat” alatt egy tengeri környezetben képződött rétegsor esetében (88. oldal)?

Az észrevétel helytálló, a vonatkozó szövegkörnyezetben ez a fogalom nem alkalmazható. A kérdéses kifejezést „*pórusfluidumra*” változtatnám.

„Mit ért „autigén” barit alatt a Zs-14 fúrásban (103. oldal)?”

A kifejezést a korábban végzett mikromineralógiai elemzés (V/b. melléklet, GÓCZÁN et al. 1979) ásványmeghatározása alapján feltételeesen alkalmaztam az általam vizsgált kőzetmintákra, mivel a két vizsgálat a fúrás hasonló mélységközeiből származó kőzetanyagot dolgozott fel. Mikromineralógiai elemzés a 324,3 m és 697,0 m mélységközökből készült, míg az általam vizsgált kőzetanyag 324,2 m és 697,0 m mélységközökből származott.

(GÓCZÁN, F., CSALAGOVICS, I., FÜGEDI, P., FÖLDVÁRI, M., DETRE, CS., HAAS, J., KOVÁCS, S., ORAVECZ, J., RAVASZNÉ BARANYAI, L., VETŐ, I. 1979: A Zsámbék Zs-14 fúrás kútfúrasi jegyzőkönyve és földtani naplója. – MÁFI kézirat, adattári szám: 1656/29.)

„Van-e különbség a Füredi Mészke szürke és zöld színű márgabetelepüléseinek összetétele között (107. oldal)?

A különböző színű márgabetelepülésekről nem készítettem teljes ásványos összetételt meghatározó orientálatlan röntgen-pordiffrakciós felvétel, illetve nem végeztem geokémiai vizsgálatot. A kérdés megválaszolása további elemzést igényelne.

„A Zs-14 fúrás rétegsorának a többi karni szelvénytől eltérő ásványtani és geokémiai jellege nem képzelhető-e el (legalább részben) utólagos hidrotermális hatás következményeként? A fúrás rétegsora ui. végig erősen pirites, a magas Ba tartalom barit jelenlétére (is) utalhat, amely szintén lehet hidrotermális eredetű, akárcsak a közeli Budai-hegységben. Ez megmagyarázhatná azt is, hogy miért különül el a Mencshelyi Márga és a Sándorhegyi Formáció K-metaszomatózisának mértéke egymástól, hiszen az egymástól lényegesen különböző permeabilitású két képződményt a hidrotermák igen eltérő mértékben járhatták át.”

A Zs-14 fúrás Sándorhegyi Formációt képviselő mintáinak K-gazdagodása – összhangban a nagyobb mértékű diagenetikus illitesedéssel – K-metaszomatózis által érintett üledékek jelenlétére utalnak. Figyelembe véve, hogy a diagramon látható trendek különbözősége valószínűsíthetően primer hatásokat tükröz, arra következtettem, hogy a mintákat jellemző K-gazdagodás az egykori lehordási terület aridabb éghajlati viszonyai mellett képződött illit áthalmozására vezethető vissza.

A geokémiai eredmények alapján számított Fe/Ti vs. Al/(Al+Fe+Mn) diagramon (76.

ábra, BOSTRÖM 1973) az összes adatpont – a Zs-9 minta kivételével – a vulkanogén és terrigén görbék végpontjai között helyezkedik el, ami a vizsgált kőzetek átmeneti jellegére enged következtetni és nem utal hidrotermás eredetű üledékek jelenlétére. A 353,5 m mélységközből származó mészmárga litológiájú Zs-9 minta (Sándorhegyi Formáció) számított értéke utalhat utólagos hidrotermás hatásra, Ba-tartalma (22 ppm) azonban kisebb a képződmény többi mintájához képest (~35–75 ppm). Egy minta eredménye alapján csupán óvatos feltételezésbe mernék bocsátkozni a képződményt ért utólagos hidrotermás hatásról, mindazonáltal a felmerült probléma megoldása a kérdéses mintákból szeparált barit kristályokon végzett további részletes O- és S-izotópgeokémiai, továbbá fluidumzárvány vizsgálatokkal megoldható lenne.

(BOSTRÖM, K. 1973: The origin and fate of ferromanganoan active ridge sediments. – *Contributions in Geology* 27, 149–243.)

„A 80. ábrával kapcsolatban több kérdés merül fel. 1. Milyen bizonyíték van arra, hogy a Budai-hegység és a Csövéri blokk területén mély intraplatform medence létezett a késő-ladin és a korakarni során (A–B)? Szerintem semmilyen. 2. Ha igaz lenne az, hogy a cordevolei korszakot alacsony vízszint jellemezte, akkor a szárazra került platformokról egyáltalán nem történt volna karbonátbeszállítás a medencék területére (hiszen azokon karsztosodás zajlott volna). Ez azonban ellentmond a Füredi Mészke üledékképződési modelljének, amely szerint a formáció rétegsorában a mészkőpadok anyaga az egyidős platformokról származik (a „highstand shedding” pedig a magas vízállás jellemző jelensége, akárcsak a platformok progradációja). Kétségtelen ugyan, hogy vannak paleokarsztra utaló jelenségek a Veszprémi-fennsík alsó-karni platformjának rétegsorában (Litér, Hajmáskér), ezt azonban a szerző nem vizsgálta. Ugyancsak elmaradt a medencefáciesű rétegsorban a Füredi Mészke és a Veszprémi Márga határára jellemző ún. Szákahegyi Tagozat bitumenes laminitjének vizsgálata, amelyet talán alacsony vízi rendszeregységként lehetne értelmezni.”

1. Nem tudok ilyen bizonyítékról. A 80. ábrát csupán egy „egyszerűsített vázlat”-nak szántam, így sajnos részben képi megjelenésében is félreérthető lett. A platformokkal tagolt medencék együttese csupán általánosságban jellemzi a vizsgált terület ösföldrajzi képét; nem véletlen, hogy kizárólag a budaörsi és az edercsi platformot nevesítettem, sem a Budai-hg., sem a Csövéri blokk nem szerepel néven nevezve. Elfogadva opponensem észrevételét célszerűnek tartom a félreértésre okot adó ábrát módosítani.

2. A felvetett ellentmondásokkal egyetértek; a dolgozatban bemutatott modellt csupán munkahipotézisnek tartom, amint azt a 13.3. fejezet címében is jeleztem (150. oldal). A Füredi Mészke Formáció felső részében megjelenő márgabetelepülések megjelenése magyarázatául azért gondoltam a lecsökkent platform-eredetű karbonát beszállításra (és így a relatív tengerszintcsökkenésre), mint egy releváns hatótényezőre, mert a dolgozatban bemutatott eredmények nem támasztják alá a terrigén anyagbeszállítás megnövekedését. A képződmények szekvenciasztratigráfiai értelmezése szerint (HAAS & BUDAI 1999) a Füredi Mészke Formáció legfelső részének (Aon Zóna) medencefáciése felfelé sekélyedik (L2 szekvencia). Ez a trend valóban megszakad a kora juliban (C1 szekvencia) az éghajlat humidabbá válása, valamint egy új transzgresszió kezdete miatt, amely az üledékképződés jellegeinek változását vonta maga után (Veszprémi Márga Formáció). Mindazonáltal nem kizárt, hogy más ok, pl. a platformok területének időszakos csökkenése, vagy ökológiai rendszerükben bekövetkezett változás okozhatta a karbonátforrás hatékonyságának csökkenését (GRÖTSCH 1994). Így az erre

szuperonálódó nagyfrekvenciájú tengerszintváltozások mészkő-márga rétegpárok kialakulásában manifesztálódhattak. A bírálóm által felvetett, paleokarsztra emlékeztető jelenségek, valamint a Szákahegyi Tagozat bitumenes szakaszának részletes vizsgálata valóban választ adhatna erre a kérdésre.

(GRÖTSCH, J. 1994: Guilds, cycles and episodic vertical aggradation of a reef (late Barremian to early Aptian, Dinaric carbonate platform, Slovenia). In: DE BOER, P.L. & SMITH, D.G. (eds.): *Orbital Forcing and Cyclic Sequences. IAS Spec. Publ.* 19, 227–242.

HAAS, J., BUDAI, T. 1999: Triassic sequence stratigraphy of the Transdanubian Range (Hungary). – *Geologica Carpathica* 50/6, 459–475.)

Dr. Németh Tibor:

„Röviden össze tudná foglalni a módszertant és az eredmények értelmezését érintő ajánlásait nagy karbonát-tartalmú üledékes kőzetek genetikai célú ásványtani (agyagásványtani) és geokémiai vizsgálatára vonatkozóan? Feltételek, kritériumok, buktatók a témában, és ezek megoldása, elkerülése.”

Az üledékgyűjtő medencék nagy karbonáttartalmú kőzeteinek teljes kémiai összetételét a karbonátásványok kristályrácsába beépülő helyettesítő ionok, hozzákeveredett terrigén törmelék (agyag, kőzetliszt, homok, kavics, vulkáni termékek, könnyű- és nehézásványok), kovás vagy foszfátos vázelemek, egyéb dia- vagy epigenetikus képződmények és az esetleges zárványok határozzák meg. A nem-karbonátos ásványszemcsék közül a leggyakoribb törmelékes eredetűek a kvarc, csillám, földpát és/vagy agyagásvány. Az agyagásvány társulások azonosítása nélkülözhetetlen az egykori mállási trendek meghatározásához és – egyéb módszerekkel kiegészítve – a paleoéghajlati tendenciák modellezéséhez (INGLÉS & RAMOS-GUERRERO 1995; ADATTE et al. 2002).

A nagy karbonát-tartalmú üledékes kőzetek <2 µm frakciójának röntgen-pordiffrakciós (XRD) vizsgálata a kőzetanyag karbonátmentesítése után végezhető el. A karbonáttartalom hatása kiküszöbölhető az ecetsavas oldási maradék ásványtani és geokémiai vizsgálataival, azonban a módszer hátránya, hogy a minták kíméletes kezelése ellenére is okozhat roncsolódást (MOORE & REYNOLDS 1997). Ha a minta sok kalcitot tartalmaz, savval reagáltatva hirtelen nőhet a reakcióhőmérséklet, emiatt ügyelni kell a megfelelő hűtésre. Az ecetsavas kioldás helyett alkalmazható Na-acetát – ecetsav oldat (pH=5), amelyhez a minta folyamatos melegítése szükséges. Az eljárások során figyelembe kell venni, hogy a hevítés és az alacsony pH különösen a rendezett kevert szerkezetű agyagásványok roncsolódását okozhatja, emiatt elengedhetetlen a minták gondos kezelése (MOORE & REYNOLDS 1997).

Az egyedi szemcsék és szemcseaggregátumok elektronsugaras vizsgálata (SEM, TEM) alkalmas a röntgen-pordiffrakciós vizsgálatok során azonosan viselkedő különböző rétegszilikátok (pl.: szmektitek, kloritok, közberétegzett variánsok) kristálykémiai és szerkezeti alapú elkülönítésére és ezen jellegek pontosítására. Az ásványszemcsék szöveti és morfológiai jellegeinek meghatározása kulcsfontosságú lehet a diagenetikus hatások (pl.: szmektitek autigenezise) és az áthalmozott anyagok azonosításakor. A mikroszkópos vizsgálatok segítségével jelen esetben például tisztázni lehetne a szmektitek vulkanogén vagy pedogén eredetét, illetve a kloritok genetikai kérdéseit.

Az üledékes karbonátkőzetek változatos összetételű ásványtársulásainak jelentősége a

nyomelem-eloszlás meghatározásában mutatkozik meg. A geokémiai jellemzést megnehezíti, hogy a kőzetekben levő karbonátásványok mennyisége ingadozhat, így az összetételből önmagában nem következtethetünk a terrigén frakció kémiai összetételében bekövetkezett kis változásokra. Ezen zavaró tényező a karbonátmentes frakció vizsgálatával, a teljes kőzet geokémiai adatok karbonátmentesre (CaO- és Sr-korrekción) való átszámításával vagy a terrigén eredetű elem párok koncentráció-arányainak jellemzésével küszöbölhető ki.

Hasznos módszer nagy karbonát-tartalmú kőzetek esetében a mikromineralógiai vizsgálat, amely alkalmas a nehézsárvány-effektushoz kapcsolódó nyomelem-dúsulások kimutatására. A lehordási terület az egyedi cirkon, turmalin és gránát szemcsék morfológiai és ásványkémiai vizsgálatával pontosítható. További önálló geokémiai vizsgálati módszer a szeparált rétegszilikát frakciók stabil oxigén és radiogén izotópos (K–Ar, Ar–Ar) vizsgálata a kőzet genetikai célú vizsgálata esetén, illetve a betemetődéses hőtörténet pontosításakor.

(ADATTE, T., KELLER, G., STINNESBECK, W. 2002: Late Cretaceous to early Paleocene climate and sea-level fluctuations: the Tunisian record. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 178, 165–196.

INGLÉS, M., RAMOS-GUERRERO, E. 1995: Sedimentological control on the clay mineral distribution in the marine and non-marine Palaeogene deposits of Mallorca (Western Mediterranean). – *Sedimentary Geology* 94, 229–243.

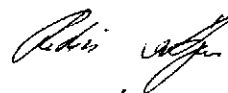
MOORE, D.M., REYNOLDS, R.C. 1997: X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. – Oxford University Press, Oxford.)

„Mi lehet az amorf anyag? Fontos lenne a genetikához, értelmezéshez, ugyanis mennyisége gyakran jelentős (15-20%). Szervesanyag, kova, vas-oxid stb.? Biztos, hogy van benne ennyi a diagenetikus hatás után? Az alapvonal emelkedését nem az agyagásványok okozzák?”

A kőzetminták röntgen-pordiffrakciós vizsgálatával azonosított amorf anyag részben a kőzetben jelenlevő kis rendezettségű fokú fázisokat tartalmazza. Az agyagásványok rendezettségének foka a felfűtési hőmérséklettel szorosan összefügg. A hőmérséklet növekedésével párhuzamosan nő a kristályosság foka és a rendezettség (pl.: IS kevert szerkezet duzzadóképeségének csökkenése), így az amorf anyagok mennyisége fokozatosan csökken a felfűtés növekedésével. A vizsgált kőzetminták esetében kismértékű diagenetikus hatást valószínűsítek, amely mellett nagyon kis doménméretű rétegszilikátok (pl.: szmektitek) fennmaradhatnak a kőzetanyagban, hozzájárulva az amorf anyag hányadának növekedéséhez és így az alapvonal megemelkedéséhez.

Ezen túlmenően a pordiffraktogramon amorf anyagként megjelenhet a kőzet szervesanyag hányada, melynek mennyiségére vonatkozóan további elemzések elvégzése lenne szükség. Az amorf hányad tartalmazhat továbbá biogén eredetű kovát, amely a diagenetikus mérsékelt felfűtött rétegsorokban földtanilag jelentős időn keresztül megőrződhet. Gyakori amorf komponensek lehetnek még a vas-oxid és -oxihidroxid ásványok, illetve az amorf Mn-fázisok, továbbá – kis mennyiségben – lehetnek a felszíni kitettség termékei (pl.: a fűrómagok felszíni oxidációja). A kifejtett bizonytalanságok tisztázása és a kérdés pontos megválaszolása azonban további elemzést igényelne.

Veszprém, 2011. május 25.



Rostási Ágnes