

Az Óbányai Aleurolit Formáció kőzettani és geokémiai vizsgálata a T047195 sz. OTKA kutatás zárójelentésének szakmai beszámolója

A kutatás előzményei, célja, elvi alapjai

Hazánkban a Keleti-Mecsek jellegzetes, bár kis vastagságú (10–20 m) toarci korú képződménye az Óbányai Aleurolit Formáció (OAF) szerves anyagban gazdag „halaspalája” vagy „börpalája”. A terepi vizsgálatokon és az áttekintő őslénytani eredményeken túl – potenciális gazdasági jelentősége ellenére – ez a kőzetegyüttes azonban mindeddig viszonylag kevés figyelmet kapott. DULAI et al. (1992) alapján a mecseki fekete pala éretlen, II. típusú kerogént tartalmaz, eredményeiket azonban három fekete palaszint kőzeteiből kevert átlagminta Rock–Eval pirolízissel meghatározott paramétereire alapozták. A réka-völgyi szelvény palinológiai vizsgálatok BALDANZA et al. (1995) megállapították, hogy a felső-pliensbachi–alsó-toarci rétegsor szerves fáciése kevert tengeri és szárazföldi eredetű. A tengeri szerves frakciót elsősorban amorf szerves anyag alkotja, melynek mennyisége a *Harpoceras falciferum* ammonitesz-zóna irányában növekszik.

DULAI et al. (1992) terepi megfigyelésekre, őslénytani és szedimentológiai adatokra alapozva JENKYN (1985) modelljével magyarázzák az OAF szerves anyagban gazdag kőzetegyüttesének kialakulását. Véleményük szerint az intenzív feláramlás és a megnövekedett plankton produktivitás okozta a szerves anyag felhalmozódását az európai selfen elhelyezkedő, viszonylag sekély epikontinentális tengerben. Az OAF képződési modelljében problémát jelent az, hogy a fekete palát tartalmazó kőzetegyüttes, valamint rétegtani fekvője, a Mecseknádasdi Homokkő Formáció nem sekélytengeri, hanem valódi medencefáciesre utaló kőzetekből áll (HAAS 1994). A pliensbachi–toarci rétegsorban hemipelágikus, plankton szervezetek maradványaiban gazdag foltos márga zagyárüledékekkel váltakozik. Így megkérdőjeleződik a DULAI et al. (1992) által kiindulási feltételként kezelt sekély epikontinentális tenger modellje, továbbá ezzel összefüggésben a JENKYN (1985)-modell alkalmazhatósága. Ezt erősítik meg BALDANZA et al. (1995) mikropaleontológiai eredményei, amelyek szerint a mecseki üledékgyűjtőben a paleohőmérséklet, a sótartalom és a nutriens-koncentráció lényegesen eltérő volt mind a belső tethysi területek, mind a boreális self ökoszisztémái viszonyaitól. Az OAF – és ezen belül a szerves anyagban gazdag fekete pala – üledékképződési modelljének pontosításához és a kora-toarci anoxikus esemény esetleges megnyilvánulásainak feltárásához ezért nélkülözhetetlen az ökoszisztémái viszonyok minél részletesebb jellemzése, amelyhez szükségesé vált a kőzetanyag komplex ásványtani, kőzettani és geokémiai vizsgálata. Az elnyert OTKA kutatás ezt célozta meg.

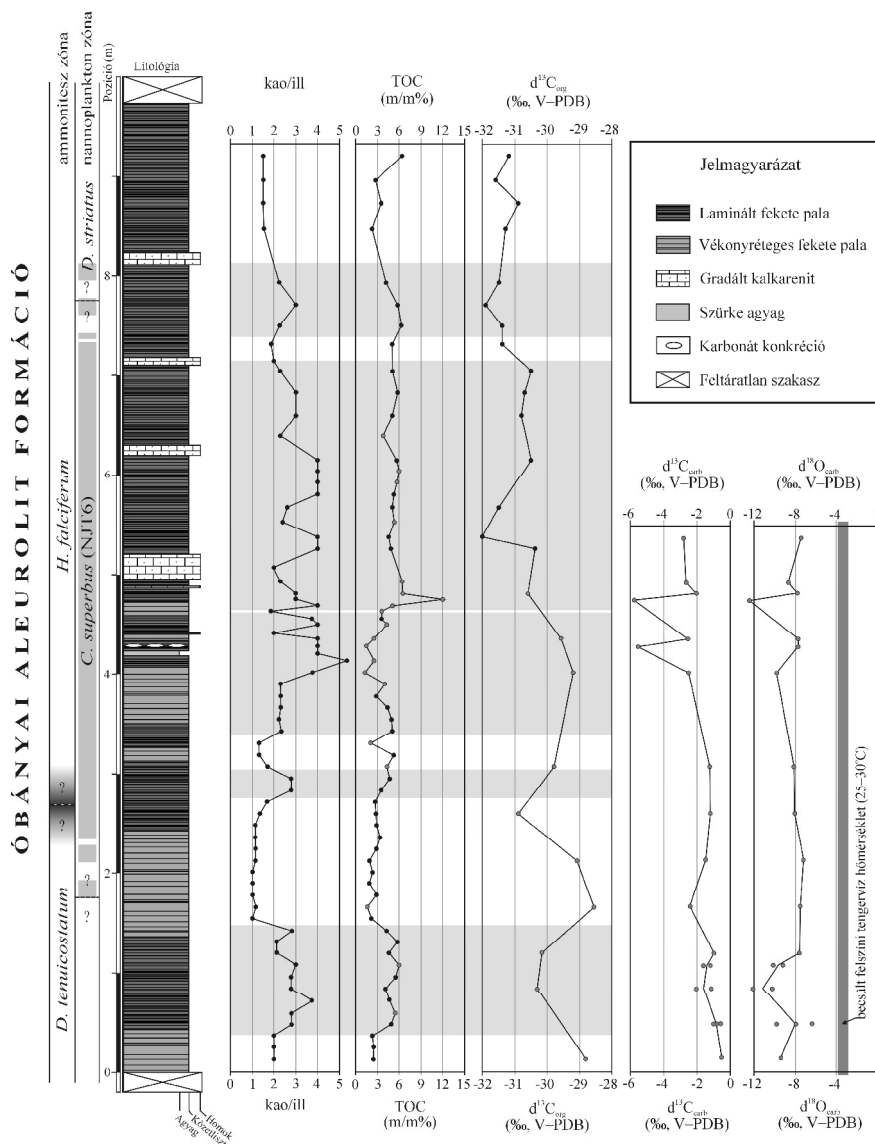
Mintagyűjtés

Az OAF réka-völgyi típusszelvénye (Apátvarasd, Keleti-Mecsek) a Halász-patak egy baloldali mellékvölgyében található. Munkánk elsődleges célja a ~10 m vastagságú típusszelvény (*I. ábra*) részletes vizsgálata volt. A felszíni feltárás kőzetanyagából 68 mintát gyűjtöttünk, ezek közül 64 vékonyréteges (a réteglapok távolsága átlagosan 1–2 cm) vagy laminált (a réteglapok távolsága milliméter nagyságrendű) fekete pala, 3 gradált mészhomokkő (turbidit betelepülés), valamint egy plasztikus, világosszürke agyag. Összehasonlító mintaként a fekete pala közvetlen fekéjéből további 4 pados rétegzésű, bioturbált foltos márgát, illetve mészmárgát, valamint 5 lemezes agyagmárgát szintén megvizsgáltunk. A minták kiválasztásakor törekedtünk arra, hogy a begyűjtött kőzetanyag – a felszínen bekövetkező utólagos mállási, illetve talajosodási (oldódás, oxidáció) folyamatok ellenére – minél üdőbb legyen.

Eredmények

A vizsgált szelvény terepi szedimentológiai jellemzése

A vizsgált szelvényben zagyárüledékekkel (általában kovásodott, keresztlaminált vagy gradált meszes homokkő, illetve krinoideás mészkő) váltakozó hemipelágikus foltos márga (lemezes vagy pados) felett – folyamatos átmenettel – sötét színű agyagmárga (fekete pala) fejlődött ki.



1. ábra: A vizsgált szelvény egyszerűsített rétegsora a mintavételi pontok feltüntetésével, valamint a kaolinit/illit arány, a TOC értékei és a legfontosabb izotópgeokémiai adatok bemutatásával. A biosztratigráfiai adatok BALDANZA et al. (1995) MATTIOLI (2007, szóbeli közlés) munkáin alapulnak.

A feltárásban a ~10 m valódi vastagságú, szerves anyagban gazdag agyagpala laminált (a réteglapok távolsága tizedmillimétertől egy-két milliméterig terjed) és vékonyréteges (a réteglapok távolsága fél-másfél centiméter) változata különíthető el, valamint gyakran kiemelkedő homokkő, illetve homokos, krinoideás mészkő közbetelepüléseket tartalmaz. A fekete pala fedőképződménye lemezes, vékonyréteges vagy pados foltos márgarétegek váltakozásából álló, a fekével megegyező rétegsor.

Mikropaleontológiai megfigyelések

Az őskörnyezeti modell felállítását nagyban nehezítette az a tény, hogy a fekete pala szelvényének részletes (szubzóna szintű) tagolása még nem valósult meg, így nem ismert elegendő pontossággal az üledékképződés sebessége. Ezt kiküszöbölendő (az eredeti munkatervvel szemben) felvettük a kapcsolatot Emanuela MATTIOLIVAL, a jura mészvázú nannofossziliák szakértőjével, aki valamennyi begyűjtött fekete pala mintát megvizsgálta. Megfigyelései alapján elmondható, hogy a NJT6 nannoplankton zóna az FP-15 és FP-59 jelű minták közötti, mintegy 6 méter vastagságú szintre tehető (1. ábra). Sikerült együttműködést kialakítani Bas VAN DE SCHOOTBRUGGÉ-vel is, aki jelenleg dolgozik a rétegsor szerves vázú mikrofossziliáinak értékelésén, amitől újabb biosztratigráfiai és őskörnyezeti adatokat várhatunk a jövőbeli publikálás reményében.

Petrográfiai megfigyelések

Jelen kutatás során először dokumentáltuk petrográfiai vizsgálatokkal, hogy az OAF homokkövei ún. hibrid arenitek (kevert karbonátos-sziliciklasztos homokkövek). Az apró-középszemcsés homokkövekben a mátrixot és a cementet egyaránt mikrites kalcit, limonit és agyagásványok alkotják. Az aprószemcsés, laminált homokkőben a szemcsék közepesen osztályozottak, továbbá a nyúlt szemcsék (pl. muszkovit, bivalvia/brachiopoda héj) a laminációnak megfelelően orientáltak. A durvább szemcseméretű, gradált homokkő osztályozottsága rossz. A vázalkotó szemcsék közül elsősorban kvarcból, alárendelten káliföldpátból (~180 µm), metamorf kőzettörmelékből, rétegszilikátokból (muszkovit, kloritosodó biotit), nehézasványokból, továbbá terrigén eredetű, szenesedett vagy kovásodott növénymaradványokból áll. A szögletes vagy gyengén koptatott monokristályos (Qm) és polikristályos (Qp) kvarcsemmek mérete 50–500 µm között változik, átlagosan 150 µm. A Qp általában sok, szutúrás érintkezésű alkristályból áll; alárendelten mikrokristályos (tűzkő eredetű) Qp is előfordul. Az átlagos szemcseméret csökkenésével megnövekszik a Qm mennyisége (Qm>>Qp). A kvarcból és szericitből álló, valószínűleg metamorf eredetű (kvarcit?) kőzettörmelék mérete 80–160 µm. Az akcesszórius ásványokat rutil, turmalin és cirkon (20–80 µm) képviseli. A bioklasztok közül uralkodnak az echinodermata vázelemek (elsősorban crinoidea nyéltagok, ritkábban echinoidea túske) amelyek mérete átlagosan 250–350 µm, maximálisan 600–1500 µm, továbbá az 50–100 µm széles, maximálisan 2 mm hosszú bivalvia/brachiopoda héjtöredékek. A mikrofaunát a változó mennyiségben, de általánosan megjelenő foraminiferák, szivacsstűk (~100 µm átmérőjű) és ostracodák (260–450 µm) alkotják. Az átkristályosodott szivacsstűk belső szerkezete helyenként felismerhető; a peremi részen, illetve a központi csatornában rendre kova-pátos kalcit, kova-mikrites kalcit, pátos kalcit-mikrites kalcit, esetleg pirit kitöltés különíthető el.

Röntgen pordiffrakciós ásványtani megfigyelések

Az őskörnyezeti modell pontosítása érdekében szükséges volt az egykori mállási viszonyokat tükröző ásványegyüttes minőségi és félmennyiségi jellemzésére. Ezért valamennyi (teljes kőzet és szeparált <2 µm frakció) mintán röntgen-pordiffrakciós méréseket végeztünk.

A vizsgált kőzetminták legnagyobb mennyiségben (széles tartományon belül változva) kalcitot, kvarcot, kaolinitet, illit±muszkovitot és amorf anyagot tartalmaznak. Alárendelt mennyiségben pirit, illit/szmektit kevert szerkezetű rétegszilikát, klorit, plagioklász, káliföldpát, goethit és gipsz mutatható ki a mintákban. Utóbbi két ásvány az utólagos, felszíni oxidáció hatását tükrözi. A fekete palát tartalmazó szakasz közvetlen fekéjéből származó mintákhoz képest a kora-toarci esemény során felhalmozódott kőzetegyüttesben a kaolinit jelentős mennyisége emelhető ki, amely az őskörnyezeti feltételekben bekövetkező változásra utalhat.

A minták agyagásványos összetétele kőzettípustól függetlenül nagyon hasonló: uralkodó mennyiségben a kaolinit (45–80%) és az illit±muszkovit (15–55%; IC=0,357–0,555) fordul elő. A klorit (a fekéjépződményekben maximum 25%, a fekete palában maximum 5%) és a véletlenszerűen közberétegzett (R:0), erősen duzzadóképes (90–95% szmektittartalom) illit/szmektit kevert szerkezetű ásvány (maximum 10%) mennyisége alárendelt. A vizsgált agyagásványtani paraméterek alapján az alsó-toarci szelvény a diagenetikus zónánál intenzívebb termikus átalakuláson nem esett át, ezért feltételezhető, hogy az agyagásványok relatív mennyisége a lehordási területől az üledékgyűjtő medencébe jutó eredeti összetételt tükrözi.

A kaolinit uralkodó részaránya a <2µm-es frakcióban nedves szubtrópusi-trópusi klímát, intenzív kémiai mállást és nagy víz/kőzet arányt (fejlett vízhálózat) jelez a forrásterületen. A kaolinit/illit (kao/ill) arány a fekéjből származó mintákban 0,8 és 1,9 között változik, a fekete palát feltáró szelvény mintáiban 1,0 és 5,3 közötti. A kaolinitben gazdag szakaszok az átlagos háttérértékhez (kao/ill~1,5; fekéjből származó minták) képest néhány kiugróan nagy kao/ill arányú (≥2) szintet jelölnek ki a fekete pala rétegsorán belül (*1. ábra, sűrű sávok*). A kaolinit mennyiségének időszakos megnövekedése a kontinentális mállási ráta többlépcsős, ugrásszerű növekedésére utalhat a kora-toarci esemény során.

A jelen OTKA kutatás részét képező agyagásványtani adatok részét képezik a Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology folyóirathoz beküldött és ott közlésre már elfogadott publikációnak.

Mikromineralógiai megfigyelések

A lehordási terület jellegének pontosítása és a geokémiai adatok értelmezéséhez szükséges alapadatok megszerzése érdekében a vizsgált szelvény 4 turbiditpadja és egy fekete pala, a Mecseknádasdi Homokkő Formáció (MHF) farkas-árki szelvényéből pedig egy turbidit mikromineralógiai vizsgálatát végeztük el MIKES Tamás segítségével a Göttingeni Egyetemen. Az OAF Tu-3 jelű mintájából 9, az R-1 jelű mintájából 14 és a MHF FA-64 jelű mintájából 47 turmalin, illetve a Tu-3 mintából 19, az R-1 mintából 4 és az FA-64 mintából 33 gránátkristály lokális kémiai összetételét szintén meghatároztuk.

Előzetes eredményeink alapján megállapítható, hogy a pliensbachi-alsó-toarci rétegsor terrigén komponense érett, felzikus összetételű kontinentális kéreg eróziójából származik. A lehordási terület felépítésében elsősorban granitoidok és Barrow-típusú kis- ill. közepes fokú parametamorfitok vehettek részt. A koptatott szemcsék alárendelt mennyisége alapján a lepusztulási területen nem volt számottevő elterjedésben törmeléken üledékes kőzet a felszínen. A MHF és az OAF nehézasvány-együttese az európai kontinentális szegély kristályos kőzeteinek közvetlen erózióját dokumentálják a kora-jura riftesedés idején.

A mikromineralógiai eredményeket a petrográfiai megfigyelésekkel, illetve az OAF mintáin végzett pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok adataival kiegészítve hamarosan benyújtjuk publikálásra a Földtani Közlethez.

Szerves kőzettani vizsgálatok, macerálelemzések, Rock-Eval pirolízis

A kutatás során vizsgált feltárás alsó 5,5 m-es szakaszából 7 minta szerves kőzettani leírását végeztük el HÁMORNÉ VIDÓ Mária közreműködésével abból a célból, hogy a szerves anyagban gazdag kőzettípusok eredetéről és diagenetikus átalakulásukról minél több független módszerrel kapott eredmény álljon rendelkezésre. Rock-Eval pirolízishez 5 vékonyréteges és 5 laminált fekete palát választottunk ki. A dúsított kerogén vizsgálatát – az általános módszertani gyakorlatot követve – a Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékén HETÉNYI Magdolna végezte. A fekete palák TOC-tartalmát a Pannon Egyetem Föld- és Környezettudományi Tanszékén határoztuk meg.

A vizsgált laminált fekete pala átlagos TOC-tartalma (1. ábra) 6,1%, a vékonyréteges fekete paláé 2,8%. Valamennyi minta a diagenézis zónájában van, éretlen, II. típusú kerogént tartalmaz. A teljes szerves anyagra viszonyítva a legnagyobb H/C atomarányú macerálcsoport, a liptinit uralkodó jellege figyelhető meg, az inertinit és a vitrinit mennyisége nem számottevő. A szárazföldi szerves anyag beszállítása alárendelt, a teljes szerves anyag mennyiségére nézve kisebb, mint 3,2%. A nagy SP adatok (10,62–67,86 mg CH/g kőzet) alapján az OAF fekete palája – kedvező evolúciós feltételek között – kiváló szénhidrogén (kőolaj) anyakőzet. A réka-völgyi minták szénhidrogénpotenciálja és szervesanyag-tartalma azonban – az utólagos, felszíni oxidáció következtében – alulértékeltnek tekintendő.

Stabil izotópos vizsgálatok

Első lépésként 10 kerogénminta stabil szénizotópos, valamint 15 fekete pala és egy konkréción (Fp-36K) karbonátjának stabil szén- és oxigénizotópos összetételét az MTA Geokémiai Kutatóintézetében DEMÉNY Attila határozta meg.

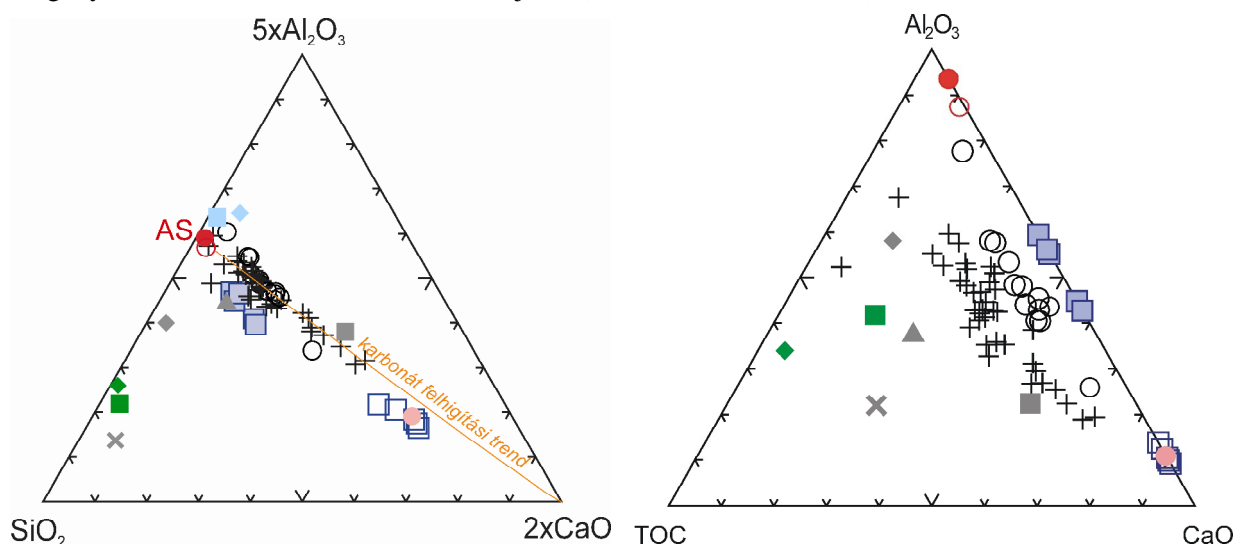
Az eredmények alapján a dúsított kerogén stabil szénizotópos összetétele izotóposan viszonylag könnyű kerogénre utal, ráadásul szelvénybeli változása részben egybeesik a kiugróan nagy kaolin/illit arányú szintekkel (1. ábra, szürke sávok). A vizsgált laminált és vékonyréteges palaminták összetételében megfigyelt különbség a labilis tengeri eredetű szerves anyag korai diagenetikus oxidációjára vezethető vissza, ami az aljzat korlátozott oxigénellátottságát és mérsékelt bentosz aktivitást jelez. A karbonát stabil szén- és oxigénizotópos összetétele a diagenézis hatását tükrözi, ezért az üledékképződési környezet öskörnyezeti viszonyainak jellemzésére nem használható fel. Az előzetes eredmények azt sugallják, hogy a fekete pala szelvény stabil szénizotópos vizsgálata talán lehetővé tenné az anoxikus esemény horizontjának pontosabb lehatárolását a réka-völgyi szelvényben. Ezért a kutatás második szakaszában további 38 darab dúsított kerogén minta $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ izotóparányának meghatározására került sor, ami jelenleg is folyamatban van.

Az eredményeket a többi geokémiai vizsgálat adataival integrálva egy nemzetközi folyóiratban szándékozunk megjelentetni.

Fő- és nyomelem geokémiai vizsgálatok

A szelvényből 51 darab fekete pala, egy karbonátkonkréción és 5-5 darab (a közvetlen fekéből származó) kompakt és lemezes foltos márga kémiai összetételét ICP-MS módszerrel (ACME Laboratories) határoztuk meg. A minták fő- és nyomelemkoncentrációjának összehasonlításához kiszámítottuk a publikált átlagos agyagkő összetételéhez (TAYLOR & MCLENNAN 1985; WEDEPOHL 1991) viszonyított, Al-normált dúsulási tényezőket. BRUMSACK (2006) módszertanát alkalmazva kiszámítottuk az adott elemekre vonatkoztatott „többlet” koncentráció értékét és a korrelációs együtthatókat, valamint az ökoszféra modellezésében használt, diszkriminatívnek tekintett elemarányokat.

Eredményeink alapján a minták karbonáttal és (a fekete palák esetében szerves anyaggal), valamint kis mértékben (biogén ± terrigén) SiO₂-dal hígított átlagos agyagkőnek tekinthetők. A szignifikáns Mn-, P-, S-, Mo-, As-, Cd-, és Ag-dúsulás korai diagenetikus, az aljzat korlátozott oxigénellátottságával összefüggő elemgazdagodást, míg a mobilis alkáliában megnyilvánuló szegényedés intenzív kontinentális mállást jelez (2.ábra, 1. és 2. táblázat).



2. ábra: A minták eloszlása a Si-Al-Ca és a TOC-Al-Ca rendszerben. A >3% TOC-tartalmú fekete palákat kereszttel, a <3% TOC-tartalmú fekete palákat fekete körrel, a kompakt foltos márgákat üres kék négyzettel, a lemezes foltos márgákat tele kék négyzettel, a konkréciót rózsaszín körrel jelöli. Egyéb jelek: AS: átlag agyagkő (average shale), tele piros kör: PAAS (TAYLOR & MCLENNAN, 1985); üres piros kör: átlag agyagkő (WEDEPOHL, 1991); kék négyzet: Jet Rock, kék gyémánt: Grey Shale (PYE & KRINSLEY, 1986); zöld négyzet: Bonarelli horizont, zöld gyémánt: Gubbio, szürke jelek: recens péliták, négyzet: Földközi-tenger, gyémánt: Kaliforniai-öböl, háromszög: Peru, x: Namíbia (BRUMSACK, 2006)

	SiO ₂	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S
Kompakt foltos márga N=5	1,6	1,1	1,2	5,7 (0,17)	1,4	61,6 (26,7)	0,4	0,9	2,7 (0,1)	1,8
Lemezes foltos márga N=5	1,3	1,1	0,8	1,0	1,2	7,4 (9,6)	0,3	0,9	1,8	1,4
Vékonyréteges fekete pala N=13	1,0	1,1	1,2	3,8 (0,21)	0,6	7,7 (8,5)	0,2	0,8	1,9 (0,1)	3,7 (0,2)
Laminált fekete pala N=38	1,0	1,1	1,3	2,8 (0,13)	0,6	8,8 (11,2)	0,3	0,7	3,2 (0,2)	3,8 (0,4)

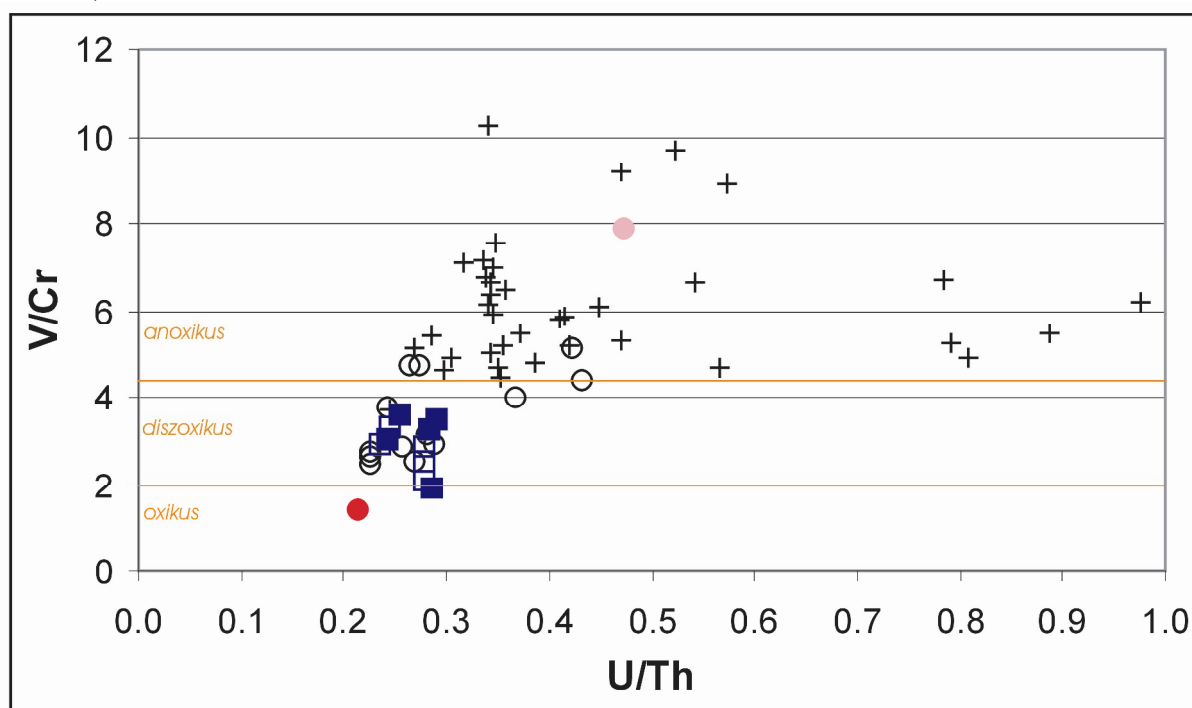
1. táblázat: A minták főelemeinek átlagos Al-normált, az átlag agyagkőhöz (WEDEPOHL, 1991) viszonyított dúsulási tényezői. A szignifikáns dúsulásokat vastag számok, a vékonyréteges és laminált fekete pala közötti lényeges eltéréseket piros számok jelzik. Zárójelben a „többlet” elemtartalom (BRUMSACK, 2006) értékei m/m%-ban.

	Mo	As	Cd	Ag	Cu	Ba	Zn
Kompakt foltos márga N=5	0,4	0,6	-	-	0,9	1,2	1,0
Lemezes foltos márga N=5	0,3	1,5	1,1	1,9	1,0	0,7	0,8
Vékonyréteges fekete pala N=13	8,1 (5,5)	2,1 (8,6)	11,5 (1,1)	5,7 (0,3)	1,6 (20,1)	0,6	1,1
Laminált fekete pala N=38	22,9 (15,1)	2,3 (8,7)	21,1 (1,9)	7,8 (0,4)	2,9 (60,1)	0,8	1,6

2. táblázat: A minták redox- és produktivitás-indikátor nyomelemeinek átlagos Al-normált, az átlag agyagkőhöz (WEDEPOHL, 1991) viszonyított dúsulási tényezői. A szignifikáns dúsulásokat vastag számok, a vékonyréteges és laminált fekete pala közötti lényeges eltéréseket piros számok jelzik. Zárójelben a számított „többlet” elemtartalom (BRUMSACK, 2006) értékei ppm-ben.

A S dúsulása ellenére (a terepi megfigyelésekkel összhangban) nem korrelál egyetlen szulfidképző elemmel sem, ami (a Fe nem szignifikáns dúsulásával együtt) az utólagos felszíni mállás mobilizáló hatásának tudható be. Ezért nem használható az öskörnyezet redox állapotának jellemzéséhez a Fe-TOC-S rendszer.

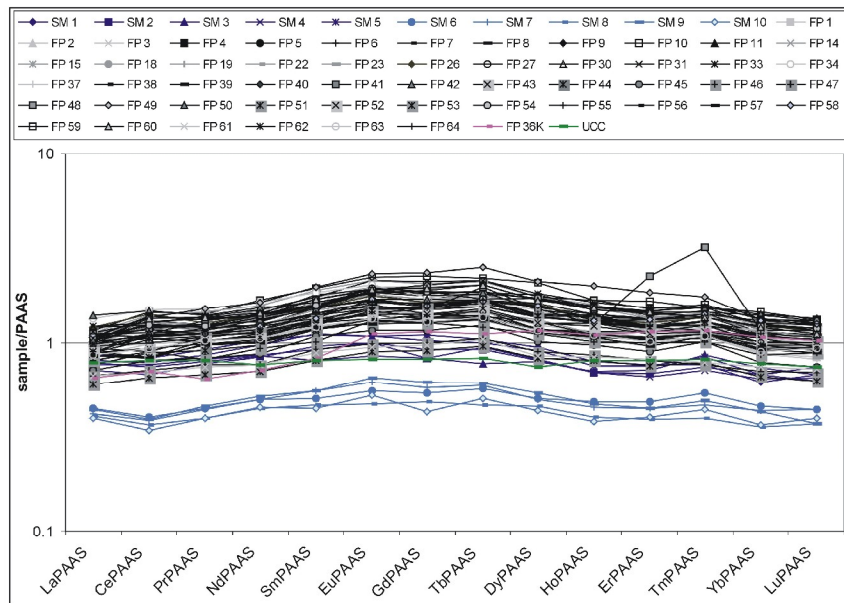
Az eredmények alapján feltételezhető, hogy a szelvény különböző kőzettípusai eltérő paleoredux viszonyok között képződtek: a kompakt foltos márga keletkezése idején jó oxigénellátottságú aljzattal, a lemezes foltos márga képződésekor diszoxikus viszonyokkal számolhatunk. Különbség rajzolódik ki a vékonyréteges és laminált fekete pala típusok között is: előbbi keletkezésekor diszoxikus, utóbbi esetében anoxikus viszonyok valószínűek (3.ábra, 2. táblázat).



3. ábra: A minták eloszlása a V/Cr vs. U/Th diagramon. A jeleket ld. a 2. ábra aláírásában

A Mn, Cu, Mo és As szignifikáns dúsulása valamint a produktivitás indikátor elemek mérsékelt dúsulása (P) vagy dúsulásuk hiánya (Ba, Zn) (2.táblázat) azt valószínűsíti, hogy az OAF fekete pala szintjének keletkezésekor a jelenkori félig elzárt medencék (Földközi-tenger keleti medencéje, Kaliforniai-öböl), nem pedig a feláramlási zónák (Peru, Namíbia) aljzatán uralkodó redox viszonyok analógiájával számolhatunk. Az emelkedett produktivitás kiváltó okának feltárását ugyanakkor nagyban nehezíti, hogy esetünkben kora diagenetikus és a felszíni kitettséghez köthető

elemmobilizációval, valamint a redox állapottól függő nyomelemeloszlást elsődlegesen is felülbélyegző nagy üledékképződési sebességgel és intenzív terrigén behordással is számolni kell.



4. ábra: A minták átlag agyagkőhöz (PAAS, TAYLOR & MCLENNAN, 1985) viszonyított ritkaföldfém eloszlása. Kék jelek: foltos márga; szürke jelek: vékonyréteges fekete pala; fekete jelek: laminált fekete pala; rózsaszín jel: konkreció; UCC: felső kontinentális kéreg (TAYLOR & MCLENNAN, 1985)

A ritkaföldfémek eloszlása (az átlag agyagkőhöz viszonyított MREE dúsulás, Ce-anomália hiánya), valamint a fekete pala minták esetében szoros korrelációjuk a foszforral szintén diagenetikus foszfátképződéssel magyarázható. Ezért eltekintettünk a péliték lehordási területének jellemzéséhez rutinszerűen használt elemarányok alkalmazásától. Az Eu-anomália hiánya kizárja a tenger alatti hidrotermális eredetű forrás szerepét az elemeloszlás alakításában (4. ábra).

A fentebb vázolt fő- és nyomelem geokémiai analízis és a többi geokémiai vizsgálat adatainak integrálása folyamatban van; az eredményeket egy nemzetközi folyóiratban kívánjuk közzétenni.

Összefoglaló következtetések

1. Mikropaleontológiai adatok alapján elmondható, hogy a NJT6 nannoplankton zóna a szelvény FP-15 és FP-59 jelű mintái közötti, mintegy 6 méter vastagságú szintre tehető.

2. Először dokumentáltuk petrográfiai vizsgálatokkal, hogy az OAF homokkövei hibrid arenitek.

3. A minták agyagásványos összetétele köztípustól függetlenül nagyon hasonló: uralkodó mennyiségben a kaolinit és az illit±muszkovit fordul elő. A véletlenszerűen közberétegzett (R:0), erősen duzzadóképes illit/szmektit kevert szerkezetű ásvány mennyisége alárendelt. Az agyagásványtani paraméterek alapján az alsó-toarci szelvény a diagenetikus zónánál intenzívebb termikus átalakuláson nem esett át, ezért feltételezhető, hogy az agyagásványok relatív mennyisége a lehordási területről az üledékgyűjtő medencébe jutó eredeti összetételt tükrözi. A kaolinit uralkodó részaránya a <2µm-es frakcióban nedves, meleg klímát, intenzív kémiai mállást jelez a forrásterületen. A kaolinitben gazdag szakaszok az átlagos háttérértékhez képest néhány kiugróan nagy kaolinit/illit arányú szintet jelölnek ki a fekete pala rétegsorán belül, ami kontinentális mállási ráta többlépcsős, ugrásszerű növekedésére utalhat a kora-toarci esemény során.

4. Mikromineralógiai eredmények alapján a pliensbachi-alsó-toarci rétegsor terrigén komponense érett, felzikus összetételű kontinentális kéreg eróziójából származik. A koptatott szemcsék alárendelt mennyisége alapján a lepusztulási területen nem volt számottevő elterjedésben törmelékeny üledékes kőzet a felszínen. Az OAF nehézásvány-együttese az európai kontinentális szegély kristályos kőzeteinek közvetlen erózióját dokumentálja a kora-jura riftesedés idején.

5. Az OAF vizsgált fekete palái TOC-tartalmuk és SP adataik alapján anyakőzetnek minősülnek. Valamennyi minta a diagenézis zónájában van, éretlen, II. típusú kerogént tartalmaz. Megállapítottuk, hogy a vékonyréteges fekete palák átlagos TOC tartalma lényegesen kisebb a laminált fekete palákhoz képest. A teljes szerves anyagra viszonyítva a liptinit uralkodó jellege figyelhető meg. A szárazföldi szerves anyag beszállítása alárendelt. A minták szénhidrogénpotenciálja és szervesanyag-tartalma azonban – az utólagos, felszíni oxidáció következtében – alulértékeltnek tekintendő.

6. A dúsított kerogén stabil szénizotópos összetétele izotóposan könnyű kerogénre utal, szelvénybeli változása részben egybeesik a kiugróan nagy kaolinit/illit arányú szintekkel. A vizsgált laminált és vékonyréteges palaminták összetételében megfigyelt különbség a labilis tengeri eredetű szerves anyag korai diagenetikus oxidációjára vezethető vissza, ami az aljzat korlátozott oxigénellátottságát és mérsékelt bentosz aktivitást jelez. A karbonát stabil szén- és oxigénizotópos összetétele a diagenézis hatását tükrözi, ezért az üledékképződési környezet öskörnyezeti viszonyainak jellemzésére nem használható fel.

7. A vizsgált szelvény különböző kőzettípusai fluktuáló paleoredox viszonyokat tükröznek. A foltos márga keletkezése idején jó oxigénellátottságú (\pm diszoxikus) aljzat, a fekete pala típusok keletkezésekor diszoxikus és a leginkább negatív $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ és legnagyobb TOC értékekkel jellemzett szakaszokon anoxikus viszonyok valószínűek.

8. A kapott adatok azt sugallják, hogy az OAF fekete pala szintjének keletkezése idején intenzív kontinentális hidrolízissel, a mállási ráta drasztikus és geológiai időléptékben hirtelen megnövekedésével számolhatunk. Ez kapcsolatban lehet a kora-toarci anoxikus eseményt előidéző, a tethysi térség több helyén dokumentált klímaváltozás kiváltó okaival.

Hivatkozások

- BALDANZA, A., BUCEFALO PALLIANI, R. & MATTIOLI, E. 1995: Lower Jurassic calcareous nannofossils and dinoflagellate cysts of Hungary and their comparison with assemblages from Central Italy. – *Palaeopelagos* **5**, 161–174.
- BRUMSACK, H. J. 2006: The trace metal content of recent organic carbon-rich sediments: Implications for Cretaceous black shale formation. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **232**, 344–361.
- DULAI A., SUBA ZS. & SZARKA A. 1992: Toarci (alsójura) szervesanyagdús fekete pala a mecseki Rékavölgyben. – *Földtani Közlöny* **122/1**, 67–87.
- HAAS J. 1994: Magyarország földtana, mezozoikum. – Egyetemi jegyzet, ELTE Kiadó, 119 p
- JENKYN, H. C. 1985: The early Toarcian and Cenomanian–Turonian anoxic events in Europe: comparisons and contrasts. – *Geologische Rundschau* **74**, 505–518.
- PYE, K. & KRINSLEY, D. H. 1986: Microfabric, mineralogy and early diagenetic history of the Whitby Mudstone Formation (Toarcian), Cleveland Basin, U.K. – *Geological Magazine* **123/3**, 191–203.
- TAYLOR, S. R. & MCLENNAN, S. M. 1985: The continental crust: Its composition and evolution. Blackwell, Oxford. 312 p.
- WEDEPOHL, K. H. 1991: The composition of the upper Earth's crust and the natural cycles of selected metals. Metals in raw materials. Natural resources. In: Merian, E. (Ed.): Metals and their compounds in the environment. VCH, Weinheim, 3–17.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.