A rendezvény támogatói:

A rendezvény szervezői:

IV. KŐZETTANI ÉS GEOKÉMIAI VÁNDORGYŰLÉS KIADVÁNYA 2013

IV.
KŐZETTANI ÉS GEOKÉMIAI VÁNDORGYŰLÉS KIADVÁNYA

Orfű, 2013. szeptember 12-14.

IV. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés Kiadványa

Szervezők:

MTA Pécsi Akadémiai Bizottság X. sz. Föld- és Környezettudományok Szakbizottság Földtani és Bányászati Munkabizottsága

Magyarhoni Földtani Társulat

Pécsi Tudományegyetem

Mecsekérc Zrt.

Helyszín:

Orfű, Rácz Tanya

A rendezvény támogatói:

Rotaqua Geológiai-, Bányászati-, Kutató-, Mélyfúró Kft.
7673 Kővágószőlős, Hrsz.: 0222/22
www.rotaqua.com

Geo-Log Környezetvédelmi és Geofizikai Kft.
1142 Budapest, Rákospatak u. 79/b
www.geo-log.hu

Kőmérő Kft.
7633 Pécs, Esztergár Lajos u. 19.
www.komero.hu

ISBN 978-963-8221-52-0

Szerkesztette:

Dályay Virág, Sámson Margit, Hámos Gábor

Borítóterv:

Dályay Virág

Nyomda:

Molnár Nyomda és Kiadó Kft.
7622 Pécs, Légszeszgyár u. 28.

A kötetben közölt cikkekért a szerzők vállalják a szakmai felelősséget

IV. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés

Program

Szeptember 12. csütörtök

10.00-12.00: Regisztráció, poszterek elhelyezése

12.00-13.00: Ebéd

13:00-13:10: Megnyitó (a rendezvényt megnyitja: Hámos Gábor)

Plenáris előadások ***Levezető elnök: Hámos Gábor***

13.10-13.35: **Varga Andrea, Dabi Gergely, Raucsik Béla, Bajnóczi Bernadett, Schubert Félix, Pál-Molnár Elemér, Hidasi Tibor:** Késő-variszkuszi üledékképződési környezetek rekonstrukciója a Dél-Dunántúlon: a Korpádi Homokkő, a Gyűrűfűi Riolit és a Cserdi Konglomerátum Formációk kapcsolatrendszere

13.35-14.00: **Máthé Zoltán, Varga Andrea:** A Bodai Agyagkő Formáció ásvány-kőzettani jellemzése és diagenezisének előzetes vázlata

I. előadói blokk ***Levezető elnök: Csicsák József***

14.00-14.15: **Kovács Gábor, M. Tóth Tivadar, Radovics Balázs Géza:** A Gyódi és Helesfai szerpentinit összehasonlító kőzettani vizsgálata (Tiszai Egység, D-Dunántúl)

14.15-14.30: **Lukoczki Georgina, Haas János:** Dél-dunántúli középső-triász sekélytengeri karbonátos kőzetek diagenezistörténete

14.30-14.45: **Skultéti Ágnes, M. Tóth Tivadar, Fintor Krisztián, Schubert Félix:** A Mecsekalja-zóna deformációtörténetének rekonstrukciója a Szentlőrinc-1 mélyfúrás egyedülálló kvarcszemcséi alapján

14.45-15.00: **Vita, kérdések** a plenáris- és az I. előadói blokk előadásaihoz

15.00-15.15: Kávészünet

II. előadói blokk ***Levezető elnök: Máthé Zoltán***

15.15-15.30: **Batki Anikó, Pál-Molnár Elemér:** Alkáli magmatizmus telérfázisai a Ditrói Alkáli Masszívumban

15.30-15.45: **Harangi Szabolcs, Sági Tamás, Ioan Seghedi, Theodoros Ntaflos:** Teljes kőzet- és ásványkémiai adatok a Persányi-hegység alkáli bazalt magmáinak eredetére

15.45-16.00: **Soós Ildikó, Szakács Sándor:** Maar kitörési központok azonosítása freatomagmás üledékek tanulmányozása segítségével Mátéfalva térségében (Persányi-hegység, Románia)

16.00-16.15: **Lajkó Miklós:** Vulcanoi kitörések bizonyítékai a Csomád tűzhányón

16.15-16.30: **Vita, kérdések** a II. előadói blokk előadásaihoz

16.30-16.45: Szünet

III. előadói blokk ***Levezető elnök: Harangi Szabolcs***

16.45-17.00: **Kiss Balázs, Harangi Szabolcs:** A Kárpát-Pannon térség legfiatalabb tűzhányójának működése: utalás a hosszú ideig szunnyadó dácitos vulkánok természetére és a felújulás veszélyeire

17.00-17.15: **Jankovics M. Éva, Dobosi Gábor, Embey-Isztin Antal, Kiss Balázs, Sági Tamás, Harangi Szabolcs, Theodoros Ntaflos:** Kristálygazdag alkáli bazaltok jelentősége a monogenetikus vulkáni területeket tápláló magmák feláramlási történetének és sebességének megismerésében

17.15-17.30: **Sági Tamás, Harangi Szabolcs:** A Nógrád-Selmec monogenetikus vulkáni terület alkáli bazaltos kőzeteinek petrogenezise

17.30-17.45: **Szepesi János, Kozák Miklós**: A Kaszonyi-hegy kőzettana és geokémiája

17.45-18.00: **Vita, kérdések** a III. előadói blokk előadásaihoz

18:00-18.15: Szünet

18.15-18.45: Poszterek bemutatása (5-5 percben) ***Levezető elnök: Varga Andrea***

Hidasi Tibor, Varga Andrea, Pál-Molnár Elemér: A Gyűrűfűi Riolit Formáció kőzetmintáinak vizsgálata a Mecseki Ércbányászati Vállalat „Vulkanitok, etalon kollekció” csiszolatgyűjteményének felhasználásával

Horváth Attila, Less György: A Tokaji-hegység idős kőzetzárványai

Horváth Réka, Földessy János, Dries du Plooy, Majoros Péter, Paprika Dóra: A mecseki feketekőszén telepek geokémiai felülvizsgálata

Kovács János, Jáger Viktor, Sajó István: Mitől vörös a lovasi okker? – A lovasi okker ásványtani és geokémiai vizsgálata

Mészáros Előd, Varga Andrea, Schubert Félix, M. Tóth Tivadar: A Szalatnaki Agyagpala Formáció kőzettani vizsgálata a Horváthertelend–1 fúrásban

Somodi Gábor, Jakab Andrea, Kovács László: Geotechnikai szelvények a Mórágyi Gránit Formációról az NRHT I. kamramező környezetében

(A posztereket kérjük a regisztráció ideje alatt kihelyezni!)

18.45-19.00: **Vita, kérdések** a poszterek szerzőihez

19.00-20.00: Vacsora

20.00- Kötetlen beszélgetés a tábortűz mellett

Szeptember 13. péntek

08.00-18.00: Terepi program: Mecsekérc Zrt. Magraktár, Bányászati Múzeum, Kővágószőlős – Boda (*hideg ebéd a terepen)* – Zengővárkony – Ófalu

19.00-20.00: Vacsora

20.00- Kötetlen beszélgetés a tábortűz körül

Szeptember 14. szombat

IV. előadói blokk ***Levezető elnök: M. Tóth Tivadar***

09.00-09.15: **Hajdu István:** Nikkel-laterit képződmények ásványtani-geokémiai vizsgálata (Kastoria, Görögország)

09.15-09.30: **Bíró Lóránt, M. Tóth Tivadar, Polgári Márta, Vígh Tamás:** Az úrkúti mangánércesedés és földtani környezetének ritkaföldfém vizsgálata

09.30-09.45: **Földessy János, Németh Norbert, Gerges Anita, Bodor Sarolta, Kasó Attila:** Az arany geokémiai eloszlása a rudabányai ércelőfordulások földtani környezetében

09.45-10.00: **Zelenka Tibor, Szebényi Géza, Csillag János:** A recski paleogén diorit intrúziók belső kőzettani–geokémiai felépítése

10.00-10.15: **Arató Róbert**: A Recski magmás komplexum termokronológiája

10.15-10.30: **Szebényi Géza, Csillag János, Zelenka Tibor:** Adalékok a recski mélyszinti ércesedés geokémiai jellemzéséhez

10.30-10.45: **Zelenka Tibor**: Agyagásványos és kőzetüveg tartalmú kőzetek mikroszkópos vizsgálata ráeső fénnyel

10.45-11.00: **Vita, kérdések** a IV. előadói blokk előadásaihoz

11.00-11.15: Kávészünet

V. előadói blokk ***Levezető elnök: Pál-Molnár Elemér***

11.15-11.30: **Gyollai Ildikó:** Meteoritbecsapódás okozta a kriogén globális jégkorszakok utáni gyors felmelegedést? - avagy becsapódási üledék kutatása geológiai módszerekkel

11.30-11.45: **Nagy Szabolcs:** Sokkmetamorfózis okozta ásványátalakulások meteoritokban

11.45-12.00: **Szakmány György, Bendő Zsolt, Kasztovszky Zsolt, Kristály Ferenc, Zajzon Norbert, T. Biró Katalin:** Nagynyomású metaofiolit nyersanyagú csiszolt kőeszközök magyarországi régészeti leletanyagokban

12.00-12.15: **Péterdi Bálint, Szakmány György, Judik Katalin, Dobosi Gábor, Kasztovszky Zsolt, Szilágyi Veronika, Bendő Zsolt, Grzegorz Gil:** Késő rézkori nefrit vésőbalta kőzettani és geokémiai vizsgálatának eredményei - kitekintéssel az ismert európai nefritlelőhelyekre (Balatonőszöd - Temetői dűlő lelőhely, bádeni kultúra)

12.15-12.30: **Fiser-Nagy Ágnes, M. Tóth Tivadar:** Milonitos, lapos szögű elválasztó vető a Kiskunhalas-ÉK mező aljzatában

12.30-12.45: **Somodi Gábor, Kovács László, Istovics Krisztina:** A Mórágyi Gránit Formáció geotechnikai és földtani jellemzőinek kapcsolata a kőzettest osztályozásban, valamint a laboratóriumi kőzetmechanikai mérések és a kőzetékek modellezésének területén

12.45-13.00: **Hágen András:** A felszín alatti vizek geokémiai szempontjai a sörfőzésben

13.00-13.15: **Vita, kérdések** az V. előadói blokk előadásaihoz

13.15-13.30: Zárszó, a következő Vándorgyűlés szervezőinek kiválasztása (a rendezvényt lezárja: Máthé Zoltán)

13.30-14.30: Ebéd

14:30- Hazautazás

Előadások

Késő-variszkuszi üledékképződési környezetek rekonstrukciója a Dél-Dunántúlon: a Korpádi Homokkő, a Gyűrűfűi Riolit és a Cserdi Konglomerátum Formációk kapcsolatrendszere

Late Variscan depositional environments in Southern Transdanubia: relationships among the Korpád Sandstone, Gyűrűfű Rhyolite and Cserdi Conglomerate Formations

VARGA ANDREA[1], DABI GERGELY[1], RAUCSIK BÉLA[1], BAJNÓCZI BERNADETT[2], SCHUBERT FÉLIX[1], PÁL-MOLNÁR ELEMÉR[1,3], HIDASI TIBOR[1]

[1]Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék
raucsikvarga@geo.u-szeged.hu;
[2]MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet, Budapest;
[3]MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport
palm@geo.u-szeged.hu

Összefoglaló

A dél-dunántúli perm medencék kontinentális üledékképződését a klíma, a tektonika és az intenzív szinszediment vulkanizmus különböző mértékű kölcsönhatása irányította. Munkánk célja a Mecsek nyugati részén, illetve a Villányi-hegység északi előterében mélyült fúrások kőzetanyagának segítségével a dél-dunántúli alsó-permi képződmények ásványtani, kőzettani és geokémiai jellemzése, továbbá az alsó-permi üledékes formációk (Korpádi Homokkő és Cserdi Konglomerátum Formáció) és vulkanoszediment összletek (Gyűrűfűi Riolit és Cserdi Konglomerátum Formáció) őskörnyezeti viszonyainak feltárása. Az őskörnyezeti keretbe illesztett részletes vizsgálati eredmények, valamint azok integrált értelmezése lehetőséget biztosít a lokális és a regionális korrelációra, valamint a Tiszai-főegység (Tisia blokk) paleoklímájának és paleozoikumi lemeztektonikai helyzetének feltárására.

Kulcsszavak

Gumós kalkrét, szeptáriás repedések, ignimbrit, összesüléses kompakció, kora-perm, Tisia

Abstract

In the Southern Transdanubian Permian basins terrestrial sedimentation was governed by the interaction of climate and tectonics as well as by intensive synsedimentary volcanism to a variable degree. The goals of this study are to characterize the mineralogical, petrographic and geochemical features of the Lower Permian rocks in Southern Transdanubia from different boreholes in the western part of the Mecsek Mountains and in the northern foreland of the Villány Mountains, and to provide further information about the palaeoenvironmental conditions of the Cisuralian sedimentary formations (Korpád Sandstone and Cserdi Conglomerate formations) and volcaniclastic deposits (Gyűrűfű Rhyolite and Cserdi Conglomerate formations). Detailed analyses of the samples in a palaeoenvironmental framework and their integrated interpretation would make important contributions to the determination of the local and regional relationships and to the interpretation of the Palaeozoic plate tectonic setting and palaeoclimate of the Tisza Mega-unit (Tisia Block).

Keywords

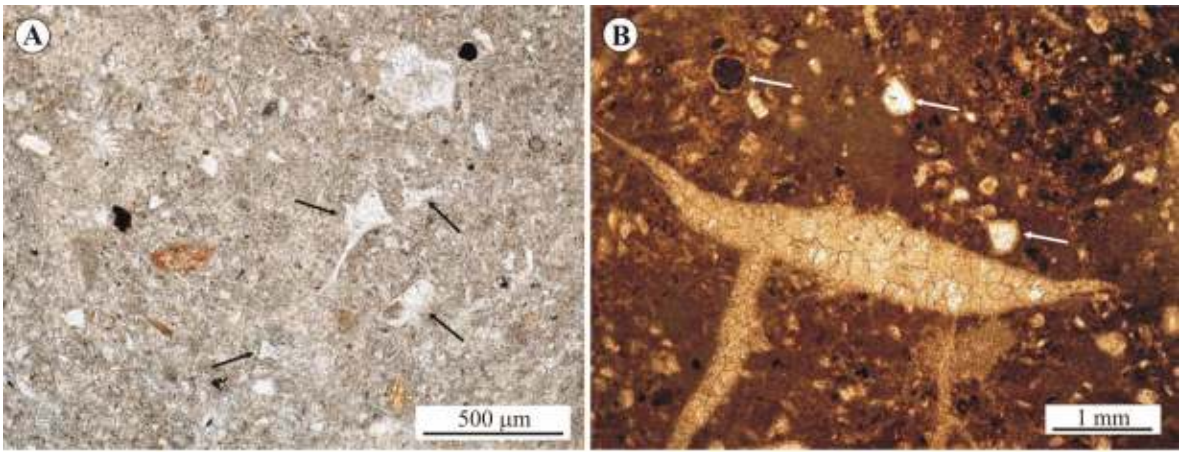
Nodular calcrete, septarian cracks, ignimbrite, welding compaction, Cisuralian, Tisia Block

Bevezető

A Dél-Dunántúlon nagy területen és jelentős vastagságban előforduló permi kontinentális törmelékes rétegsor a több évtizeden keresztül termelt uránércnek köszönhetően nagy jelentőségű volt a közelmúltban [1]. Az európai perm medencék fejlődéséhez hasonlóan a kora-perm végi vulkanizmus szerepe, mint a törmelékes üledékképződés egyik meghatározó irányító tényezője, vitathatatlan. Ennek ellenére számos részletében napjainkig sem ismert a Gyűrűfűi Riolit és a kapcsolódó üledékes képződmények közötti földtani összefüggés; még a vulkáni aktivitás idejének és a vulkáni működés típusának meghatározása sem tekinthető kielégítőnek. Ez a munka az OTKA PD 83511 témaszámú kutatás, valamint az MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíj támogatásával az alsó-permi képződmények őskörnyezeti viszonyainak, valamint azok kapcsolatrendszerének feltárását célozta meg a kutatási területen.

1. Karbonátos paleotalaj a Korpádi Homokkőben

A Nyugati-Mecsekben a Korpádi Homokkő arid/szemiarid alluviális síkságot képviselő rétegsorában egyértelműen kimutatható az egyidejű vulkáni aktivitás (1. ábra). Mind a 9015. fúrásban, mind a XV. szerkezetkutató fúrásban karbonátos paleotalaj (pedogén és talajvíz kalkrét, valamint dolokrét) szintek alakultak ki, amelyek viszonylag száraz (100–500 mm/év csapadék) klímát jeleznek [2]. A gyökérnyomokat kitöltő, több generációs kalcitcement részletes vizsgálata alapján a cementáció először oxidatív, meteorikus környezetben zajlott, majd a kezdődő betemetődési diagenezis során reduktív körülmények között vált teljessé. A kalcit-, illetve dolomitgumókban közel koncentrikus, valamint radiális helyzetű, kalcittal kitöltött szeptáriás repedések [3] alakultak ki. A fejlettebb karbonát-felhalmozódási szintekben az összeolvadó gumók és a mátrix határán pátos kalcitcementtel kitöltött, szabálytalan alakú repedéshálózat figyelhető meg, ami valószínűleg szintén zsugorodásos eredetű. Ezek a szineretikus repedések és a szeptáriás konkréciók a szeizmikus genetikai modell [4] alapján az üledékképződéssel egyidős földrengéseket jeleznek, azaz paleoszeizmográfoknak tekinthetők. A Korpádi Formáció kőzetanyagában megjelenésük a szinszediment vulkáni aktivitás független bizonyítékaként értelmezhető.

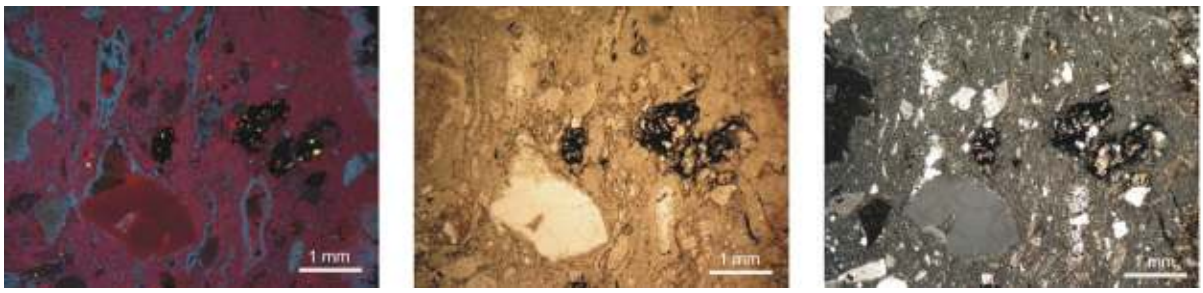


1. ábra: A) Kalcittal kitöltött vulkáni üvegszilánkok (nyilak) a karbonátos paleotalaj mátrixában (9015. fúrás, 305,1 m; 1N); B) Pátos kalcittal kitöltött szeptáriás repedések kalkrétgumóban (XV. szerkezetkutató fúrás, 2105,2–2110,2 m; 1N) A földpát- és kvarcszemcsék körül jellegzetes koronaszerkezet figyelhető meg (nyilak).

A Villányi-hegység északi előterében (pl. Szava–5 fúrás) a Korpádi Homokkőbe sorolt kőzetanyag litológiailag elkülönül (metamorf kőzettörmelék kizárólagos jellege; intenzíven bioturbált, csillámgazdag pélites kőzetek), azonos formációba sorolásuk nem indokolt.

2. Gyűrűfűi Riolit: összesült horzsakő- és hamuár üledéke (ignimbrit)

A Gyűrűfűi Riolit jellegzetes kifejlődési területeiről kiválasztott, korábban lávakőzetként dokumentált minták (Dinnyeberki környéki fúrások, XV. szerk. fúrás, Nyugati-Mecsek; Peterd–1, Egerág–7, Villányi-hegység északi előtere; [1]) revíziója rámutatott arra, hogy azok alapanyagának szövete relikt vitroklasztos. A fenokristályokat rosszul osztályozott, többnyire töredezett-repedezett, földpát- és kvarckristályok – alárendelten átalakult színes ásványok – alkotják. A mikroszkópos vizsgálat során azonosítható deformált, átalakult üvegszilánkok, valamint a nagy hőmérsékleten devitrifikálódott (axiolitos, szferolitos [5]) horzsakő-fragmentumok alapján az adott minták nem folyásos szövetű lávakőzetek, hanem változó mértékben tömörödött, helyenként összesült ár-piroklasztitok (2. ábra). A Mecsek nyugati részén kiömlési kőzetet nem sikerült azonosítani. Eredményeink rámutattak arra, hogy a robbanásos vulkáni működés mértékét korábban alábecsülték a vizsgált területen.



2. ábra: Kristálygazdag, eutaxitos szövetű kőzet (9018. fúrás, 216,3–339,8 m; CL, 1N és +N). A nagy hőmérsékleten devitrifikálódott horzsakő- és üvegszilánkok peremét fényes halványkék lumineszcenciájú káliföldpát axiolitok és szferolitok alkotják, belsejüket piros lumineszcenciájú kvarc tölti ki (CL kép). Az ellapult, megnyúlt és deformálódott szilánkok összesülési kompakcióra utalnak. A bal alsó térnegyedben látható repedezett kvarc devitrifikálódott üvegszegélye a piroklaszt eredet bizonyítéka.

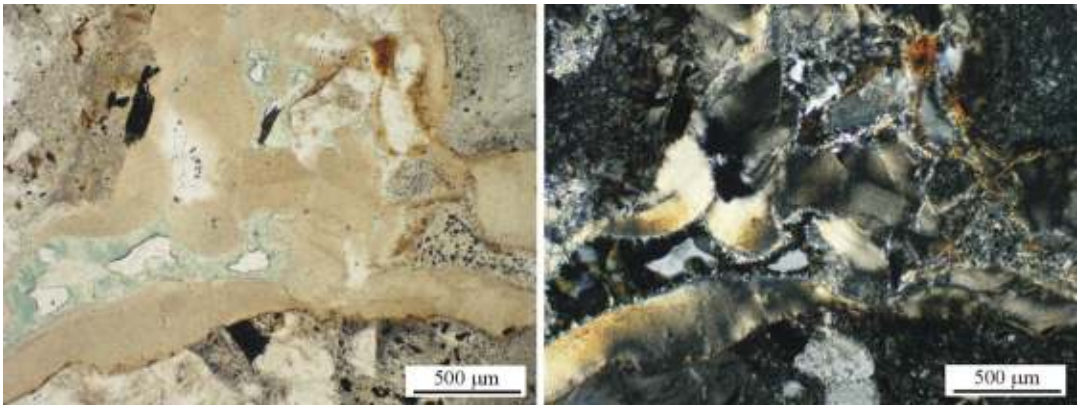
A XV. szerk. fúrásban feltárt Gyűrűfűi Riolit a horzsakő- és hamuár üledék legteljesebb szelvényét képviseli, abban különböző mértékű összesülési és kristályosodási tartományok nyomozhatók. A kőzetalkotó kvarcon végzett fluidumzárvány-vizsgálatok alapján a Korpádi Homokkő és a Gyűrűfűi Riolit kontaktusa feletti néhány méteres tartományban (~2060 m; zöld színű, összesülést nem mutató minták) eltérő petrográfiai jellegű együttesek figyelhetők meg: a kvarccal kitöltött mikroerek folytatásában függőleges mikrorepedések mentén sorakozó zárványsorok, valamint görbült fluidumzárványsíkok azonosíthatók. A középső és a felső, változó mértékben összesült szakaszban csak ez utóbbi zárványok jelennek meg, amelyek bizonyíthatóan a kvarcszemcsék fragmentációját követően a mikrorepedések behegedésével létrejött zárványsorok. A fluidumok homogenizációs hőmérséklete a teljes kőzetoszlopban hasonló, 80–135 °C közötti; az alsó szakaszon 90–100 °C közötti gyakorisági maximummal. Az 1890 m körüli, már a Cserdi Formáció alsó részét képviselő, opáltartalmú szakaszra azonban leggyakrabban a 110–115 °C közötti hőmérsékleti érték jellemző.

A dél-dunántúli vulkanizmus idejéről eddig nincs megbízható koradat, azonban az Alföldön, Battonya környékén feltárt Gyűrűfűi Riolit cirkon U/Pb izotópkora 287,6±7,2 és 289,7±6,2 millió év (kora-perm, szakmarai).

3. Cserdi Konglomerátum Formáció

A Dinnyeberki környéki fúrások, valamint a XV. szerkezetkutató fúrás Cserdi Formációba sorolt szakaszának revíziója rávilágított arra, hogy a Gyűrűfűi Riolit közvetlen fedőjében települő, rosszul osztályozott kőzetanyagban a domináns, vulkáni eredetű kavicsok szövete eltér a korábban lávakőzetként dokumentált Gyűrűfűi Riolit jellegzetes szövetétől. Amíg a Mecsek nyugati részén a kristálygazdag, nagy hőmérsékleten devitrifikálódott, relikt vitroklasztos szöveti típus az általános, a Cserdi Formáció alsó részén – hasonlóan a legutóbbi petrográfiai leíráshoz [6] – legnagyobb arányban átalakult, felzites szövetű vulkanit-fragmentumok azonosíthatók. Ez a megfigyelés nem támasztja alá azt a korábbi nézetet [1][6], hogy a konglomerátum törmelékanyaga döntően a fekü riolit eróziójából származott.

A XV. szerkezetkutató fúrásban a formáció alsó szakaszát 90 %-nál nagyobb arányban vulkáni eredetű szemcséket tartalmazó törmelékes kőzetek – vulkanoszediment rétegek – alkotják. A szemcsék között vörösbarna színű, folyásos, helyben képződött olvadék jellegű, savanyú kőzetüveget (85–90 % átlagos SiO_2-tartalommal) azonosítottak [6]. Vizsgálataink alapján ez nem devitrifikálódott kőzetüveg, hanem a klasztok közötti pórusokat kitöltő, azt cementáló víztartalmú SiO_2-változat (opál, illetve kalcedon; 3. ábra). Az adott szakasz nagy valószínűséggel genetikailag szorosan összefügg a Gyűrűfűi Riolit ár-piroklasztit üledékeivel, annak összesülést nem mutató felső részét képviselheti, a leülepedést követő kristályosodási fázisokkal (gázfázisú kristályosodás [5] és/vagy azt követő másodlagos póruskitöltés).



3. ábra: Gömbös–bekérgező opál, azt követően parányi szericit, klorit, majd a maradéküreget kitöltő kvarc a vázalkotó vulkanitszemcsék között (XV. szerk. fúrás; 1915,6 m; 1N és +N). Az opál barna színét Fe(III)-tartalom okozza; az anizotrópiát a vízvesztés miatti belső feszültség eredményezheti.

Irodalom

[1] Barabás A., Barabásné Stuhl Á. 1998: A Mecsek és környéke perm képződményeinek rétegtana. – In: Bérczi I., Jámbor Á. (Szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana, MOL Rt. – MÁFI, Budapest, 187–215.

[2] Alonso-Zarza, A.M. 2003: Palaeoenvironmental significance of palustrine carbonates and calcretes in the geological record. – Earth-Science Reviews 60, 261–298.

[3] Seilacher, A. 2001: Concretion morphologies reflecting diagenetic and epigenetic pathways. – Sedimentary Geology 143, 41–57.

[4] Pratt, B.R. 2001: Septarian concretions: internal cracking caused by synsedimentary earthquakes. – Sedimentology 48, 189–213.

[5] McPhie, J., Doyle, M., Allen, R. 1993: Volcanic textures. A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks. Hobart, University of Tasmania, 198 p.

[6] Bodor, S., Szakmány, Gy. 2009: A felső-permi Cserdi Konglomerátum Formáció kavicsanyagának kőzettani és geokémiai vizsgálati eredményei (XV. szerkezetkutató fúrás, Ny-Mecsek). – Földtani Közlöny 139/4, 325-340.

A Bodai Agyagkő Formáció (BAF) ásvány-kőzettani jellemzése és diagenezisének előzetes vázlata

Mineralogical and petrological characterization of Boda claystone Formation (BCF) and preliminary sketch of its diagenesis

MÁTHÉ ZOLTÁN[1], VARGA ANDREA[2]

[1]*Mecsekérc Zrt., Pécs; mathezoltan@mecsekerc.hu;*
[2]*Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék; raucsikvarga@geo.u-szeged.hu*

Összefoglaló

Az eddigi kutatások alapján a Bodai Agyagkő Formációt perspektivikus közegként tekintik a magyarországi nagyaktivitású radioaktív hulladék geológiai tárolójának a befogadására. A Ny-Mecsekben a BAF-nak két elterjedési területe ismert: 1., a Ny-Mecseki Antiklinális és 2., a Goricai blokk. Az ásványtani vizsgálatok alapján a BAF meghatározó ásványai: agyagásványok (illitt-muszkovit, klorit, szmektit, kevertréteges agyagásványok), autigén albit, kvarc, karbonátok (kalcit és dolomit) és hematit. Ez az ásványos összetétel a Ny-Mecseki Antiklinális szerkezetében lévő előfordulásra jellemző. A Gorica blokkban a BAF ásványos összetételében különbözik. Itt a BAF nagymennyiségű analcimot tartalmaz a fenti ásványokon kívül és hiányzik az autigén K-földpát. Az ásványtani, geokémiai és szöveti megfontolások alapján a BAF öt kőzettípusa definiálható: albitos agyagkő (Ny-Mecseki Antiklinális), albit- és analcim-tartalmú agyagkő (Gorica blokk), albitoli (autigén albit-tartalom > 50 %; hiányzik a Goricai blokkban), „igazi aleurolit), dolomit és hömokkő közbetelepülések. Mindkét területen abszolút uralkodó kőzettípus az agyagkő. A BAF alkáli sekély vizű tavi környezetben (playa iszapsíkság, playa tó) halmozódott fel szemiarid-arid éghajlaton.

Kulcsszavak

Bodai Agyagkő Formáció, autigén albit, analcim, iszapsikság, diagenezis

Abstract

On the basis of the previous researches the BCF is considered as a perspective medium for geological disposal of high level nuclear waste in Hungary. Two distribution areas of BCF are known in Western Mecsek Mountains: 1., perianticlinal structure of the W Mecsek Mountains; 2., so called Gorica blok. Ont he basis of mineralogical investigations determining minerals of the BCF are: clay minerals (illite-muscovite, chlorite, smectite, mixed-layer clay minreals), authigenic albite, quartz, carbonate minerals (calcite and dolomite) and hematite. This mineralogical composition is typical of in perianticlinal structure of the Mecsek Mountains. In Gorica block the BCF differs in its mineralogical composition. This succession of BCF contains abundant analcime in addition to above minerals and authigenic K-feldspar is absent. Five rock types of BCF can be defined based on mineralogical, geochemical and textural considerations: albitic claystone (in perianticlinal structure of the Mecsek Mountains), albite- and analcime-bearing claystone (in Gorica block), albitolite (authigenic albite content > 50 wt %; this rock type is absent in Gorica block), „true" siltstone, dolomite and sandstone interbedding. In both areas absolute dominant rock type of the formation is claystone. BCF was deposited in an alkaline, shallow-water lacustrine environment (playa mudflat, playa lake), under semi-arid to arid climatic conditions.

This research has been supported by the OTKA PD 83511 project, and it was additionally supported by the János Bolyai Research Scholarship of the HAS as well as the MRCSEKÉRC Zrt. and PURAM.

Keywords

Boda Claystone Formation, authigenic albite, analcime, mudflat, diagenesis

A kutatási téma rövid előzményei és célkitűzései

A Nyugat-Mecsek területén illetve környezetében mélyített felszíni és bányafúrások alapján a Bodai Agyagkő Formációnak két elterjedési területe ismert, ezek elterjedése meghaladja a 150 km^2-t, a Nyugat-Mecseki Antiklinális és a Goricai Blokk. Mivel a mecseki U-érces összlet (Kővágószőlősi Homokkő Formáció) mély feküjét képezi, az uránércbányászat 40 éves története során kevés figyelmet fordítottak rá, ebből következően mindössze néhány ásvány-kőzettani és kémiai adat keletkezett ebben az időszakban. Alapvető változás történt a formációról szerzett ismeretanyag tekintetében az elmúlt negyed században. A legutóbbi huszonöt év magyarországi földtani kutatásainak sorában kiemelt helyet foglal el a BAF részletes vizsgálata (Előzetes Kutatási Program 1989–92; Rövidtávú Kutatási Program 1995–98; Középtávú Kutatási Program 2004–2008, mely nem került befejezésre). Ezek keretében új mélyfúrások (BAT–4, –5, Ib–4) és földalatti kutató vágat (Alfa–1), továbbá abból indított fúrások tárták fel a formációt. Ennek jelentőségét az adja, hogy az eddigi vizsgálatok szerint a BAF potenciális képződmény a radioaktív hulladékok tárolására kialakított mélységi geológiai tároló befogadására. Ez a munka a PD 83511 számú OTKA téma és az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/27/11) támogatásával, valamint a Mecsekérc Zrt. és az RHK Kft. engedélyével készült.

1. A formáció ásvány-kőzettani jellemzése

1.1. Nyugat-Mecseki Antiklinális

Az ásványos összetétel meghatározó ásványai: agyagásványok, (uralkodó az illit-muszkovit, mellette nagyobb mennyiségben megjelenik a klorit, melynek eloszlása változó, bizonyos rétegekben dúsul, másokban hiányzik), albit (csaknem teljes mennyisége autigén eredetű), kvarc (törmelékes alkotó); karbonátok (általában dolomit és kalcit együttesen van jelen, azonban a dolomit önálló rétegeket is alkot), hematit. Ezen uralkodó fázisok mellett megjelenő komponensek: szmektit (kis mennyiségben szinte mindig jelen van), klorit-szmektit kevertszerkezetű agyagásvány (tektonikai és a felszíni mállott zónákra jellemző), káliföldpát (törmelékes és autigén képződésű), egyéb törmelékes ásványok (leggyakrabban plagioklász, rutil, muszkovit, biotit, Fe-Ti-oxidok, apatit, cirkon), barit, anhidrit. Ezek mellett több esetben elektronmikroszondás vizsgálatokkal kimutatásra kerültek kalkofil elemek szulfidjai is (galenit, kalkopirit, szfalerit), melyek megjelenése ebben az erősen oxidált összletben figyelmet érdemlő.

A formáció legjellegzetesebb és legfeltűnőbb ásványa az albit, autigén képződését először Fazekas Via ismerte fel [1]. A kőzetben való megjelenése valamint a röntgendiffrakciós és elektronmikroszonda vizsgálatok alapján egyértelműen autigén eredetű [2]. Megjelenése változatos:

- „albitos fészkek”, melyekben a léces, táblás, poliszintetikusan ikres albitkristályok karbonáttal (kalcit, dolomit), néha barittal társulnak; emellett ezekben jelennek meg bizonyos esetekben a fentebbi szulfidok. Általában az „albitos fészkek”-ben fordul elő az autigén K-földpát is;
- kötőanyagként, átitatódásként való megjelenés;
- korábbi evaporit ásványokat (gipsz, anhidrit) helyettesítő albit, melyhez a karbonát társul.

1.2. Goricai Blokk

A Goricai területen mélyült Ib–4 számú fúrás által harántolt BAF szakasz mintáin elvégzett eddigi ásvány-kőzettani vizsgálatok döntően az antiklinálisi elterjedéshez hasonló ásványos összetételt jeleztek: agyagásványok (uralkodó az illit-muszkovit, mellette nagyobb mennyiségben megjelenik a klorit), albit (csaknem teljes mennyisége autigén eredetű), kvarc (törmelékes alkotó); karbonátok (általában dolomit és kalcit együttesen van jelen, azonban a kalcit az uralkodó), hematit. Az antiklinálishoz viszonyítva lényeges eltérés a nagyobb mennyiségű analcimnak a jelenléte és az autigén K-földpátnak a hiánya valamint a dolomitnak az antiklinálishoz viszonyítva jóval kisebb mennyisége. Az analcim két megjelenési módja ismerhető fel:

- „analcimos, albitos fészkek”, melyekben a léces, táblás poliszintetikusan ikres albitkristályok mellett az analcim közel szabályos, sajátalakú kristályai is megjelennek változó mennyiségben, a „fészkek” további jellemző ásványai a karbonátok (kalcit, dolomit);
- kötőanyagként, átitatódásként való megjelenés.

Az antiklinális területén az uralkodó ásványfázisok mennyiségi arányai, szöveti, szerkezeti, szedimentológiai bélyegek alapján a formációt az alábbi kőzettípusok alkotják: albitos („albit fészkes”) agyagkő, albitolit, „igazi” aleurolit, dolomit közbetelepülések, homokkő közbetelepülések.

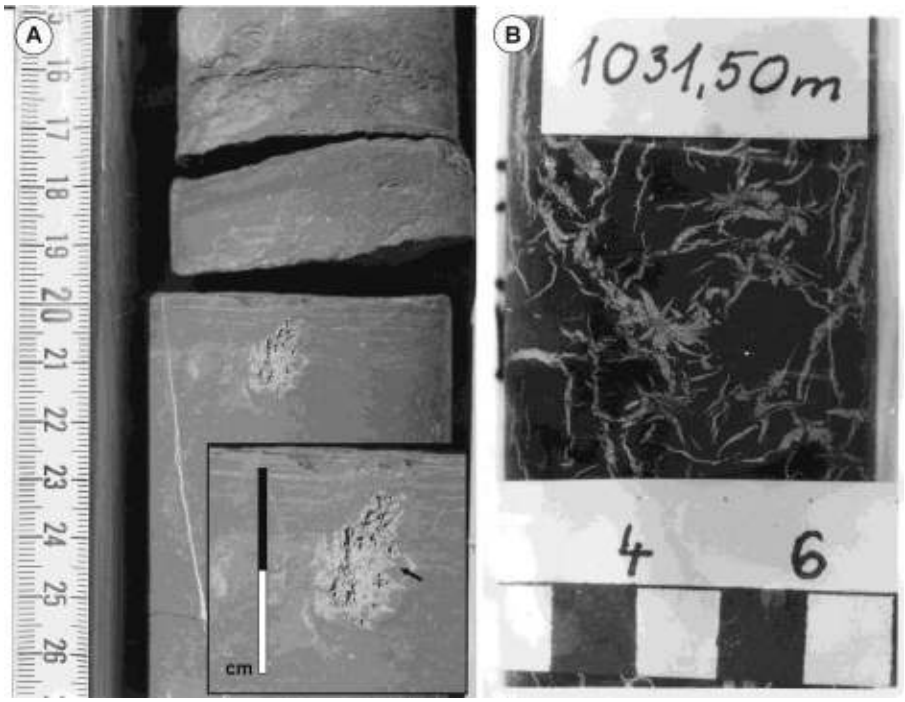
A goricai blokki kifejlődésben uralkodó az analcimos, albitos („analcim-albit fészkes”) agyagkő, gyakoribbá válik a homokkő és aleurolit, az ásványos alkotók alapján eltűnik az albitolit és a dolomit közbetelepülések is minimálisan vannak jelen.

Az illit és klorit kristályossági index, valamint az egyetlen reduktív réteg szerves anyagán mért vitrinitreflexió-mérések eredményeinek összefoglalásaként megállapítható, hogy a Bodai Formáció kőzeteit az antiklinális területén mélydiagenetikus hatás érte (kb. 150–200 °C) [2]. A Goricai blokk területén mért értékek (Ib–4 számú fúrás mintái) magasabbak, ami diagenetikus hatást jelöl (Árkai, 2005, laboratóriumi mérési jegyzőkönyv).

2. Képződési és diagenetikus környezet

Az eddig rendelkezésre álló ásvány-kőzettani, geokémiai, szedimentológiai adatok alapján a Bodai Agyagkő Formáció kőzetei arid-szemiarid klímán, sekély vízi sóstavi környezetben képződött playa üledékek (playa iszapsíkság, playa tó) [2][3].

A BAT–4 számú mélyfúrás kőzetanyagának petrográfiai (vékonycsiszolatos) vizsgálata evaporit ásványok utáni karbonátból álló, illetve aprószemcsés albitból és karbonátból álló pszeudomorfózákat mutatott ki (kősó és gipsz vagy anhidrit utáni pszeudomorfózák; legszebb példák a BAT–4 számú fúrás 1132,6 m-es mintájában adódtak) [3]. A további részletes vizsgálatok egyértelműen igazolták, hogy a formációra oly jellemző „albitos fészkek” döntő többsége korai diagenetikus eredetű, kioldódott kősó kristályok, kristálycsoportok utáni, döntően albit- és karbonátcementből (kalcit, dolomit) álló pszeudomorfóza. A kősó kiválására utaló ezen bizonyítékok mellett számos mintában (elsősorban a jelenlegi ásványos összetétel alapján albitolitnak nevezett kőzettípusban, de az agyagkövek egy részében is) felismerhetőek az eredetileg gipsz vagy anhidrit kristályok, kristálycsoportok pszeudomorfózái, melyek többnyire visszaoldódtak, általában albittal és/vagy karbonáttal helyettesítődtek (1. ábra).



1. ábra: Szulfát-aggregátumok utáni pszeudomorfózák a BAT–4 fúrásban

Hasonló módon képződhettek a Goricai Blokkban jelenlévő analcimos, albitos fészkek is. Ezek a bizonyítékok egyértelműen alátámasztják a szárazföldi sós tavi (playa iszapsíkság) üledék felhalmozódást illetve azt, hogy a mai ásványos összetétel és az ez alapján kijelölhető kőzettípusok (lásd fentebb) igen összetett és többlépcsős diagenetikus és talajosodási folyamatok eredményeként alakultak ki. A Bodai Formáció képződési környezetéhez hasonló, illetve azzal megegyező képződmények a Föld több pontján tanulmányozhatók napjainkban is (pl.: Thar-sivatag, Lewis-tó Ausztráliában), illetve számos különböző korú, hasonló fáciesű formációt ismertet a szakirodalom [4][5].

Irodalom

[1] Fazekas V. (1987): A mecseki felső perm és alsó triász korú törmelékes formációk ásványos összetétele. Földtani Közlöny, 117, 11-30.

[2] Árkai P., Balogh Kad., Demény A., Fórizs I., Nagy G., Máthé Z. (2000) : Composition, diagenetic and post-diagenetic alterations of a possible radioactive waste repository site : the Bofa Albitic Claystone Formation, southern Hungary. Acta Geologica Hungarica, 43/4, 351-378.

[3] Máthé Zoltán, Varga Andrea (2012): „Ízesítő” a permi Bodai Agyagkő Formáció őskörnyezeti rekonstrukciójához: kősó utáni pszeudomorfózák a BAT-4 fúrás agyagkőmintáiban. Földtani Közlöny, 142/2, 201-204.

[4] P. D. Roy, W. Smykatz-Kloss, R. Sinha (2006): Late Holocene geochemical history inferred from Sambhar and Didwana playa sediments, Thar Desert, India: Comparison and synthesis. Quaternary International, 144, 84-98.

[5] P. M. English (2001): Formation of analcime and moganite at Lake Lewis, central Australia: significance of groundwater evolution in diagenesis. Sedimentary Geology, 143, 219-244.

A Gyódi és Helesfai szerpentinit összehasonlító kőzettani vizsgálata (Tiszai Egység, D-Dunántúl)

Petrologic comparison of the Gyód and Helesfa serpentinite bodies (Tisza Unit, SW Hungary)

KOVÁCS GÁBOR[1], M. TÓTH TIVADAR[2], RADOVICS BALÁZS GÉZA[3]

[1]*Veszprémi Bányakapitányság, gabor_kovacs2@mbfh.hu;*
[2]*Szegedi Tududományegyetem TIK, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, mtoth@geo.u-szeged.hu;*
[3]*Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt., radovics.balzs@gmail.com*

Összefoglaló

A Gyódi és a Helesfai szerpentinit összehasonlító kőzettani, geokémiai vizsgálata eredményeként megállapítottuk, hogy a két kőzettest hasonló, harzburgitos összetételű protolitból alakult ki óceánlajzati metamorfózis hidratációs hatására. Az így kialakult mesh szövetet felülíró dehidratációs esemény antigorit, talk paragenezist hozott létre. Az eltérő földtani környezetben lévő két szerpentinit test hasonló fejlődést mutat.

Kulcsszavak

Dél-Dunántúl, Tiszai Egység, szerpentinit, antigorit, harzburgit, Raman spektroszkópia

Abstract

Comparision of petrographic features and geochemical compositions of the Gyód and Helesfa serpentinite bodies suggest similar protolith as well as identical metamorphic and structural evolutions. Both bodies developed during subseafloor metamorphism of harzburgite and dehydratated afterwards forming an antigorite and talc bearing paragenesis. Although, at present the two bodies can be found in the different geological situations, they also exhibit identical deformation histories.

Keywords

Southern Transdanube, Tisai Unit, serpentinite, Antigorite, harzburgite, Raman spectorscopy

Bevezető

A Dél-dunántúl kristályos aljzatában a légi geofizikai kutatások számos mágneses anomáliát azonosítottak, melyek közül mélyfúrások két hatót tártak fel, a gyódi (GS) és a helesfai (HS) szerpentinit testet. Így a felszínen tanulmányozható ófalui (OS) előfordulással együtt három szerpentinit test vált ismertté. A gyódi test (GS) a variszkuszi korú, közepes metamorf fokú Baksai Komplexum kőzettömegébe ékelődik, a helesfai tömeg (HS) gránitban található. A méretét tekintve legkisebb, ófalui szerpentinit test a mecsekalja nyírási zónában található. A feltárást követően a korai petrográfiai és geokémiai elemzések meglehetősen eltérő eredményt szolgáltattak mind a protolit, mind a metamorf fejlődés történet vonatkozásában, ahogy a kőzettestek kialakulásának magyarázatára is számos elképzelés született. Máig nem tisztázottak azok a kritériumok, melyek alapján a két számottevő méretű szerpentinit test (GS, HS) azonossága, esetleg különbözősége igazolható lenne. Az egységes szemléletű petrológiai értelmezés hiánya pedig a szomszédos kőzetekkel való genetikai

kapcsolatukat, és a régió geodinamikai értelmezését is problémássá teszi. Mindezek alapján munkánk célja az összes elérhető fúrómag alapján a gyódi és a helesfai szerpentinit test egységes szemléletű, részletes petrográfiai, petrológiai összehasonlítása.

1. Petrográfia

Makroszkóposan mindkét szerpentinit test legnagyobb arányban sötétzöld-sötétszürke, tömeges, homogénnek tűnő, nagyon finom szemcsés szerpentinitből épül fel, melyet típusos szerpentinitnek nevezünk. Szövetileg hálós (mesh) egységekből áll, mely az ultrabázit hidratációjának átalakulásával alakult ki [14] A minták kis részében és csak a GS-ben található egy világosszürke, fehéres, az előzőnél durvább szemcsés kőzetrészek is előfordulnak, melyek olivinből (Fo90,4-91,4) és piroxénekből (klinoensztatit, ensztatit - En88,1-92,3), opak ásványokból (krómit, ferrit-spinell és pentlandit) állnak, kristályos, lencsés megjelenésűek. Az ásványos összetétel és a szöveti bélyegek alapján ultrabázikus reliktumok, melyek nem egységesek: egy olivin és egy piroxén-amfibol (antofillit, tremolit-aktinolit) tartalmú domén azonosítható. A protolit fő kőzetalkotóinak modális gyakoriságát tekintve a leggyakoribb fő kőzetalkotó az olivin, azonban teljesen üde ásványszemcséi ritkábbak, mint az ortopiroxéné. A GS-ben a hidratáció intenzitásától függő szukcessziós szövetsor mutatható ki (üde-kissé-teljesen átalakult), míg a HS-ben relikt ultrabázit nem őrződött meg. Azonosság, hogy a cella központokat szerkezet nélküli, míg a szegélyeket szálas szerpentin alkotja; ezek anyaga mindkét esetben lizardit a Raman spektroszkópiai mérések alapján. A szerpentinit mellett a mesh háló köztes vonalait másodlagos opak szemcsék (magnetit) építik fel.

A típusos szerpentinit változata a basztitos szerpentinit, mely nevét a piroxén-amfibol ásványok utáni pszeudomorfózákról kapta [5]. A GS szerpentinitben a basztitok nagy méretű, akár 4–6 cm nagyságú nyúlt, oszlopos szemcsék, míg a HS-ben méretük pár cm-nél nem nagyobb. A HS-ben a típusos szerpentinit kevésbé sejtes (mesh) egységei helyett, inkább a deformált függönyszerű (curtain-like) szövet [2] jellemezi, mely általánosabb, mint a GS-ben. Mind a GS, mind a HS mintákban azonosítottuk a hidratációval kialakult mesh szövet deformációjával létrejött „interpenetrating" (egymásbahatoló) és az „interlocking" (összefogazódó) szöveteket [13]. A mesh deformációja a HS-ben áthatóbb, míg a GS-ben a hidratáció menetének fokozatai (üde-kissé átalakult, teljesen átalakult) jól megfigyelhetők.

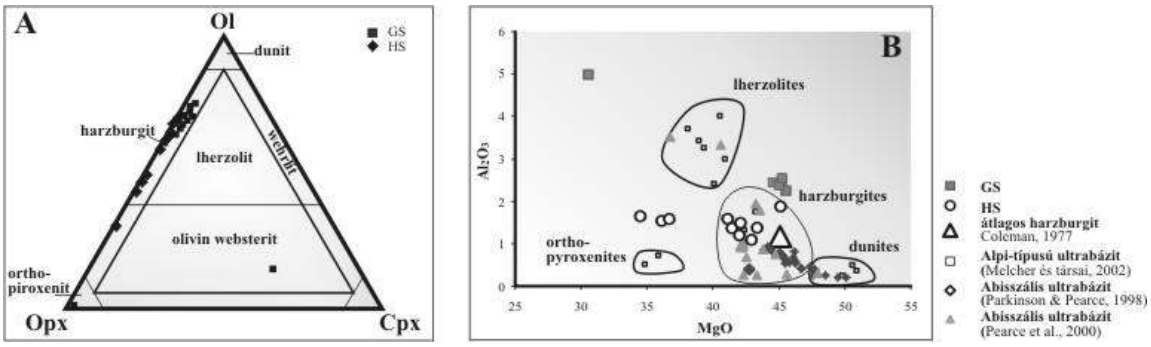
A GS protolitjában észlelet plasztikus és töréses deformációs bélyegeket S0-lal jelöltük; a HS-ben ennek nyomát nem találtuk meg. Mindkét szerpentinitben aprószemcsés világoszöld szerpentinitben kihengerelt, foliáltan megjelenő sötétszürke kőzetrészek fordulnak elő. Az irányított, kinetikus indikátorok (σ-klasztok, boudinage szerkezet, S-alakú basztitok) által definiált S2 foliáció felülírja a típusos szerpentinitre jellemző, átmeneti szövet által kijelölt S1 foliációt. A nyírást szenvedett kőzetrészekben a mesh, valamint átmeneti szövet peremi részein több esetben is antigorit alkotja a szegélyt, míg a cella központhoz közelebb levő szegély rész lizarditból épül fel. Az antigorit jelenlétére utal a Raman spektrumokon a 1044 cm-1 csúcs megléte, valamint a 688 cm-1 csúcs aszimmetriája. Az S2 foliációt definiáló, valamint az átalakult mesh szövetet behálózó nem pszeudomorf szerpentin kristályok szintén antigorit összetételűek.

2. Geokémia

A GS-ben a LOI értéke 11,15-14,98 m/m%, mely tükrözi a szerpentinitesedés mintánként eltérő mértékét. Az SiO2 43,05–45,05 m/m%, az MgO 43,98–45,37 m/m% változik; a kettő aránya közel állandó; 0,95–1,02 között alakul. A TiO2 mennyisége <0,13 m/m%, a CaO <1,00 m/m%, az Al2O3 1,05-2,69 m/m%. Az Fe2O3tot mennyisége 7,66-10,40 m/m%. A szerpentinit minták Mg# értéke rendkívül szűk tartományban változik (90,1-92,7), mutatva a kőzetek kimerült jellegét.

A HS minták esetében a LOI értéke 13,02-14,12 m/m% között változik; a kőzet összetétele a különböző petrográfiai típusok esetében lényegében azonos. Az SiO2 tartalom 44,69-49,35 m/m% között változik, az MgO mennyisége 34,32-44,60 m/m%; a kettő aránya 1,05-1,44 között alakul. A TiO2 mennyisége 0,01-0,03 m/m%, a CaO 0,35-0,68 m/m%, az Al2O3 1,38-1,99 m/m%, az Fe2O3 12,29-14,24 m/m%. A szerpentinit minták Mg# értéke (83,40-87,80) a GS kőzeteinél kevésbé kimerült jelleget mutat.

A protolit kémiai összetételének változását elem-mobilizáció vizsgálat során, izokon diagramok alapján [3, 4] vizsgálatuk és megállapítottuk, hogy a protolitot ért átalakulás a legtöbb elemre nézve közel izokémikus volt. A különböző mértékben szerpentinitesedett GS minták között hasonlóság, hogy a Fe2O3, MnO, CaO, Na2O mennyisége kis mértékben csökkent, míg az Al2O3-é nőtt az átalakulás folyamán az átlagos harzburgithoz képest. Ezt a tendenciát a legprimitívebb gyódi mintával való összehasonlítás is megerősíti. A GS-HS összevetésében megállapítottuk, hogy a gyódi mintához képest az Al2O3 kimerülése, valamint az Fe2O3tot, MnO, és TiO2 dúsulása figyelhető meg. Jelentős eltérést kizárólag a $Fe_2O_3^{tot}$, TiO_2, és az Al_2O_3 mennyiségében tapasztalható.



1. ábra: A GS HS minták CIPW-normái a Streckeisen-féle diagramban a minták, B. GS, HS és publikált köpeny ultrabázitok összehasonlítása Harker diagramon (Az értékek tömeg%-ban)

A vízmentes összetételből számolt CIPW normák alapján a minták túlnyomó része a harzburgit mezőben található [9] (1.A ábra). A GS minták differenciációját Harker-diagramokon ábrázolva, és összevetve irodalmi adatok alapján ismert összetételű és típusú ultrabázitokkal (abisszális ultrabázitok: [10, 11]; Alpi-típusú ultrabázitok: [7]; ofiolit sorozat: [8], [6]), a trend közepesen kimerült protolitot jelez (1.B ábra). A FeOtot–Al2O3–MgO diagramon [1] a kontinentális xenolitoktól az óceáni kimerült peridotitok irányában húzódó kimerült kőzetek végénél jelennek meg a GS minták, míg a HS minták a magasabb FeOtot tartalom miatt a trendtől elkülönülnek. Az AFM diagramon a minták nagy része a metamorf peridotitok mezejébe esik.

3. Összefoglalás

A szöveti, geokémiai vizsgálatok eredményeként megállapítottuk, hogy a HS teljesen szerpentinitesedett, míg a GS relikt ultrabázit tartalmú. A GS protolitja egy kimerült felsőköpeny eredetű ultrabázikus tektonit, mely a primitív köpenyből (fertilis lherzolitból) eltávozó bazaltos parciális olvadék után visszamaradt harzburgit (Cen)–opx–ol–Cr-spinell) volt, alárendelten ortopiroxenit, olivin webszterit is előfordul a kőzettestekben. A lemeztektonikai környezetek közül a kimerült óceáni területekhez áll közel. A GS, HS szerpentinit minták szöveti, szerkezeti bélyegei hasonlók. Megállapítottuk, hogy a hidratációs folyamat mindkét kőzettestben hasonlóan ment végbe, de a szöveti bélyegek és a LOI adatok is arra utalnak, hogy a HS intenzívebben hidratálódott. A deformációs bélyegek hasonlóak, de a HS erősebben deformált. A GS megőrződött protolitjában lévő S0-lal jelölt deformációs eseményeket a HS-ben a hidratáció eltüntette. A HS szövetében a mesh szövetből kialakult függöny szerű szövet dominál. Az átható hidratációt (óceánaljzati metamorfózis) követően mindkét szerpentinit test esetében kimutatható egy antigorit, talk paragenezist létrehozó esemény, mely felülírja az S1 foliációt (S2 foliáció). Ez az esemény a szerpentinitesedéshez képest magasabb PT körülmények között játszódott le, ahol a hőmérséklet nem lépte túl az 500 °C-t [12]. Feltételezhetően a szubdukció hatására nőt a PT, ami a kőzetek dehidratációját eredményezte.

Irodalom

[1] Bonatti, E. & Michael, P. J. (1989): Mantle peridotite from continental rifts to ocean basins to subduction zones. Earth and Planetary Science Letters, 91, 297-311.

[2] Francis, G. H. (1956): The serpentine mass in Glen Urquhart, Inverness-shire, Scotland. Amer. J. Sci. 254. 201-226.

[3] Grant, J.A. (1986): The Isocon Diagram – A Simple Solution to Gresens' Equation for Metasomatic Alteration. Econ. Geol., 81, 1976-1982.

[4] Gresens, R.L. (1967): Composition-volume relationships of metasomatism. Chem. Geol., 2, 47-65.

[5] Haidinger, W. (1845): Naturwissenschaftliche Abhandlungen. Vols. 1-4. Wien.

[6] Jaques, A. L. & Chappell, B. W. (1980): Petrology and trace element geochemistry of the Papuan Ultramafic Belt. Contrib. Mineral. Petrol., 75, 55-70.

[7] Melcher, F., Meisel, T., Puhl, T., Koller, F. (2002): Petrogenesis and geotectonic setting of ultramafic rocks in the Eastern Alps: constraints from geochemistry. Lithos, 65,69–112.

[8] Monnier, C., Girardeau, J., Pubbellier, M., Polvé, M., Permana, H., Bellon, H. (1999): Petrology and Geochemistry of the Cyclops ophiolites (Irian Jaya, East Indonesia): consequences for the Cenozoic evolution of the north Australian margin. Mineral and Petrol., 65, 1-28.

[9] Streckeisen, A (1976): To each plutonic rock its proper name. Earth-Science Reviews, 12, 1-33.

[10] Parkinson, I. J. & Pearce, J. A. (1998): Peridotites from the Izu-Bonin-Mariana Forearc (ODP Leg 125): Evidence for mantle melting and mantle-melt interaction in a supra-subduction zone setting. J. Petrol, 39. 1577-1618.

[11] Pearce, J. A., Baker, P. F., Edwards, S. J., Parkinson, I. J., Leat, P. T. (2000): Geochemistry and tectonic significance of peridotites from the South Sandwich arc-basin system, South Atlantic. Contr Miner Petrol, 139. 36-53.

[12] Ulmer, P., & Trommsdorff, V, (1995): Serpentine stability to mantle depths and subduction related magmatism. Science, 268, 858-861.

[13] Wicks, F. J. & Whittaker, E. J. W. (1977): Serpentine textures and serpentinization. Can. Min. 15, 459-488)

[14] Wicks F. J., Whittaker E. J. W., Zussman J. (1977): An idealized model for serpentine textures after olivine, Canad. Miner., 15, 446-458.

Dél-dunántúli középső-triász sekélytengeri karbonátos kőzetek diagenezistörténete

Diagenetic history of Middle Triassic shallow marine carbonate rocks of South-Transdanubia

LUKOCZKI GEORGINA[1,2,3], HAAS JÁNOS[1]

[1]*MTA-ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport*
[2]*PTE Szentágothai János Kutatóközpont, Analitikai Kémiai és Geoanalitikai Kutatócsoport*
[3]*PTE TTK Földtani Tanszék*
lukoczkigeorgina@gmail.com

Összefoglaló

A középső-triász Csukmai Formáció diagenezistörténetének rekonstruálása céljából a Mecsek és a Villányi-hegységből, valamint a két hegység közötti területről származó mintákat vizsgáltuk petrográfiai és stabil izotóp geokémiai módszerekkel. A vizsgálatok eredményeként megállapítottuk, hogy a dolomitosító közeg tengervíz lehetett. A növekvő betemetődés során a pórusrendszerben cirkuláló víz hőmérséklete nőtt, amit különböző dolomit szöveti bélyegek és jellemző stabil izotóp adatok jeleznek. A kiemelkedést követően többfázisú kalcit cementáció is zajlott.

Kulcsszavak

Csukmai Formáció, diagenezis, dolomitosodás

Abstract

Petrographic and stable isotope analyses were performed on samples of the Middle Triassic Csukma Formation from the Mecsek and the Villány Mountains and from the area between them for the reconstruction of their diagenetic history. The results imply that seawater was the dolomitizing fluid. Increasing burial caused temperature elevation of the circulating pore fluid resulting in characteristic dolomite textures and stable isotope values. After uplifting multi-phase calcite cementation occurred.

Keywords

Middle Triassic, shallow marine carbonates, diagenesis, dolomitization

Bevezetés

A Mecsek és a Villányi-hegység területén az anisusi késői szakaszában létrejött Csukmai Formáció képződményeiről jelentős felszíni elterjedésük ellenére kevés ismerettel rendelkezünk. A korábbi vizsgálatok első sorban a képződési környezet megállapítására irányultak, a diagenetikus jellegekre csupán utalásokat tettek (pl. [1], [2], [3], [4]). Jelen kutatás célja petrográfiai és geokémiai vizsgálatok segítségével a Csukmai Formáció diagenezistörténetének rekonstruálására, különös tekintettel a dolomitosodási folyamatokra.

A Csukmai Formáció képződményeit a Mecsekben a goricai patakvölgyben, a hetvehelyi útbevágásban, a Misina úti U-kanyarban, Árpádtetőn, valamint a Gálosfa-1 (Gf-1) fúrásban; a Villányi-hegységben templom-hegyi feltárásokban és a zuhányai kőbányától D-re

eső feltárásban, valamint a Villány-6 (V-6) és a Máriagyűd-1 (Mgy-1) fúrásokban; a két hegység között a Máriakéménd-bári vonulat területen pedig a Máriakéménd-3 (Mk-3) és a Nagykozár-2 (Nk-2) fúrásokban vizsgáltuk 374 db vékonycsiszolat segítségével. Stabil izotóp geokémiai elemzést 37 db mintán végeztünk. A $\delta^{13}C$ és $\delta^{18}O$ értékeket V-PDB-hez viszonyítva adjuk meg.

1. Földtani háttér

A Csukmai Formáció felfelé sekélyesedésre utaló jellegeket mutató karbonátos képződményei a triász legmélyebbvízi képződményéből (Zuhányai Mészkő Formáció) fokozatos átmenettel fejlődnek ki. A Mecsekben a Kozári Mészkő Tagozatot és a Káni Dolomit Tagozatot, míg a Villányi-hegységben a Csukmai Dolomit Tagozatot és a Templomhegyi Dolomit Tagozatot sorolják a formációba. A Nyugat-Mecsekben a Kozári Mészkővel heteropikus fáciest a Káni Dolomit Tagozat képviseli, melyet a Kozári Mészkő dolomitosodott változatának tekintenek [3]. A mecseki területen a Csukmai Formáció képződését a ladinban egy jelentősebb üledékhézag után sekély lagúna, majd tavi fáciesű rétegek képződése követte [5], míg a Villányi-hegységben a sekélytengeri fáciesű karbonátos rétegsort a folyóvízi-tavi eredetű Mészhegyi Formáció követi [6]. A késő triásztól kezdve a területek tektonikai fejlődése eltérő volt, ami a süllyedési és a kiemelkedési szakaszok időbeli eltérésében és különböző sebességében nyilvánult meg.

2. Kozári Mészkő Tagozat (KMT)

A Misina úti U-kanyarban bioklasztos-peloidos grainstone, ooidos-peloidos packstone-grainstone, bioturbált ooidos wackestone és mudstone mikrofácies-típusokat azonosítottunk, melyek sekélytengeri karbonát-homokdombok üledékei lehettek. A szemcseközi pórusokban a tűs kalcit cement esetenként megőrződött, mely eredetileg tengeri freatikus cement lehetett. Crinoidea vázelemek körül a szintaxiális cement gyakori. A maradék pórusteret mozaik kalcit cement tölti ki. A növekvő betemetődés nyomásoldódáshoz vezetett. Mikrorepedésekből kiindulva szövetromboló dolomitosodás történt, melynek eredményeként alárendelt mennyiségű helyettesítéses dolomit képződött. Kiemelkedés következtében a fiatalabb repedéseket kalcit cementálta, a dolomit pedig részlegesen dedolomitosodott.

Árpádtetőnél törésekhez köthetően és rétegszerűen is megjelenik szövetromboló, középkristályos, masszív, planáris-s szövetű dolomit nem dolomitosodott mészkővel együtt. A mészkő minták a KMT-hoz hasonló mikrofáciest mutatnak (ooidos packstone, mudstone). A részlegesen dolomitosodott mészkövekben a dolomit sávokban és foltokban jelenik meg planáris-p szövetet mutatva. A dolomit üregeiben jól fejlett nyeregdolomit, euhedrális kvarc, valamint tömbös kalcit cementfázisok figyelhetők meg, melyek szénhidrogén-tartalmú fluidumzárványokat is tartalmaznak. Dedolomitosodásra utaló szöveti bélyegek is megfigyelhetőek. A dolomit porlódása is megfigyelhető tömzsökben az Árpádtetőn és a hetvehelyi útbevágásban.

3. Káni Dolomit Tagozat (KDT)

A nagyfokú átkristályosodottság miatt az üledékes mikrofáciesek azonosítása gyakran nehéz, vagy lehetetlen. Szinszediment breccsa, laminált mudstone, gipsz utáni kvarc pszeudomorfózákat tartalmazó mudstone szövettípusok, mikro-tepee szerkezetek, fenesztrális pórusok figyelhetők meg, melyek peritidális üledékképződési környezetet jeleznek. A

kristályméret a finomkristályostól a durvakristályosig terjed. A legjellemzőbb a planáris-s szövet, durvakristályos dolomitok esetén planáris-e szövet is előfordul. CL vizsgálatok során megfigyelhető, hogy a közép- és durvakristályos dolomitok esetenként zónás, szintaxiális továbbnövekedési cementáció révén jöttek létre. Oldásos üregekben és repedésekben planáris-c és nyeregdolomit cementek találhatók. A betemetődési dolomit cementeket a sztilolitok felülírják. Repedésekben és oldási üregekben alárendelten késői kalcit cementáció is megfigyelhető, melyet esetenként kaolinit kitöltés követ.

4. Csukmai Dolomit Tagozat (CsDT)

A KDT-ben megfigyelt mikrofácieseken túl mikrobás bindstone szövet, pedogén karbonátkérgek, valamint gyengén megőrződött ooidos grainstone, bioklasztos grainstone-packstone mikrofáciesek is előfordulnak. A V-6 fúrásból származó minták esetén a nem-planáris-a szövet gyakori, míg a Mgy-1 fúrásból és a Zuhánya-bánya melletti feltárásból származó minták esetén a planáris-s – planáris-e szövetek a meghatározóak. A közép- és durvakristályos dolomitok kristályméret-növekedés során jöhettek létre. Zónás planáris-c és nyeregdolomit, valamint késői kalcit cement fázisok és dedolomitosodás is megfigyelhető. A köztes területen mélyített Mk-3 fúrásban dolomitzárványos kalcittelérek is előfordulnak. Kaolinittel kitöltött üregeket eddig csak az Nk-2 fúrásban találtunk a CsDT képződményein belül.

5. Templomhegyi Dolomit Tagozat (TDT)

A formáció alsó részén gyenge szöveti megőrzöttségű ooidos grainstone-packstone, valamint bioklasztos packstone mikrofáciesek ismerhetők fel. A kristályméret a finomkristályostól a középkristályosig terjed. Legjellemzőbb a nem-planáris-a szövet, mely gyakran átmeneti jelleget mutat a planáris-s szövet felé. Planáris-c dolomit cement itt is előfordul, míg nyeregdolomit cementet ritkán lehet megfigyelni. Üregekben és repedésekben késői kalcit cement látható. A formáció felső része finomkristályos, planáris-e szövetű dolomit. A felszíni kitettség alatt álló dolomitok repedéseiben és üregeiben karsztos eredetű fehér és vörös rostos kalcit cement kiválások is előfordulnak.

6. Stabil izotóp adatok és értelmezésük

A finomkristályos dolomitok adatai jól elkülönülő tartományba esnek ($\delta^{13}C$ 1,2–2,3 ‰; $\delta^{18}O$ -3,8– -1,3 ‰.) Az értékek jó egyezést mutatnak a ladin tengervíz értékeivel [7], ezért valószínűsíthető, hogy a finomkristályos dolomitok sekély betemetődéses dolomitosodás során jöttek létre viszonylag alacsony hőmérsékletű tengervízből. A TDT finomkristályos dolomitjainak negatívabb $\delta^{13}C$ értékei ($\delta^{13}C$ -3,3–0,8 ‰) valószínűleg meteorikus hatást tükröznek. A közép és durvakristályos dolomitok, a nyeregdolomitok, valamint a porló dolomitok $\delta^{13}C$ értékei (-0,1–2,5 ‰) itt sem mutatnak jelentős eltérést a ladin tengervíz értékeitől, a dolomitosító közeg a tengervíz lehetett. A negatívabb $\delta^{18}O$ értékek (-12,1– -7,1 ‰) a közepes-mély betemetődéses diagenetikus zóna magasabb hőmérsékletét jelzik. A dolomit kőzetekből származó kalcit cementek 3 tartományba esnek: $\delta^{13}C$ -9,8– -8,5 ‰ és $\delta^{18}O$ -7,8– -7,2 ‰; $\delta^{13}C$ -4,6– -2,3‰ és $\delta^{18}O$ -8,3– -8,1 ‰; $\delta^{13}C$ -2,4– -1,0 ‰ és $\delta^{18}O$ -14,4– -12,7 ‰. A $\delta^{13}C$ értékek meteorikus eredetre utalnak. A mészkő minták értékei ($\delta^{13}C$ -3,3–1,7 ‰ és $\delta^{18}O$ -10,2– -7,8 ‰) a mélyebb betemetődéses diagenetikus zónában végbement átkristályosodásra utalnak.

7. Következtetések

A peritidális karbonátok hasonló diagenezistörténetet mutatnak. A sekélybetemetődéses dolomitosodás finomkristályos helyettesítéses dolomit képződését eredményezte. Zónás, szintaxiális továbbnövekedési cement vált ki a nyitott pórusokban korai diagenetikus folyamatok során. Továbbnövekedéssel cementként és/vagy helyettesítéssel középkristályos, zónás dolomit képződött növekvő hőmérsékleti viszonyok között, közepes betemetődési mélységben. A nyeregdolomitok viszonylag magas (80°C fölötti) hőmérsékleten, a mélybetemetődés során képződhettek. A dolomit kőzettestek kiemelkedése során kalcit cementek generáció jöttek létre. Felszíni kitettség alá került dolomitokban karsztos kalcit cementek is előfordulnak. A két hegység közötti terület intenzív tektonikai mozgásoknak volt kitéve, melynek eredményeként durvakristályos kalcit cementek generációi képződtek a törési zónákhoz köthetően.

A Középső-Mecsek sekély rámpa fáciesű mészkövei esetén a korai tengeri cementek az átkristályosodás ellenére is felismerhetőek. Alárendelten mikrorepedések mentén szövetromboló dolomitosodás történt valószínűleg közép-mélybetemetődés során. A kiemelkedés után meteorikus kalcit cementálta a töréseket, ugyanekkor részleges dedolomitosodás is történt. Az árpádtetői dolomitok szénhidrogén-tartalmú cementfázisai egyértelműen eltérő diagenetikus fejlődést jeleznek.

A dolomitok szénizotóp értékei a ladin tengerhez hasonló értéket mutatnak, mely szerint a dolomitosító közeg tengervíz lehetett Az azonos diagenetikus fázisokból származó minták oxigén izotóp értékei jó egyezést mutatnak. A különbségek az eltérő betemetődési mélységből eredő eltérő hőmérsékleti körülményekre vezethetők vissza.

Köszönetnyilvánítás: A kutatást a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0002, az OTKA K81296, valamint a Papp Simon Alapítvány támogatta.

Irodalom

[1] Nagy E. 1968: A Mecsek-hegység triász időszaki képződményei. Földtani Intézet Évkönyve, 51/1, 198 p.

[2] Nagy E., Nagy I. 1976: A Villányi-hegység triász képződményei. Geologica Hungarica, Series Geologica, Tomus 17, pp. 111–168.

[3] Rálischné Felgenhauer E., Török Á. 1993: A Csukmai Formáció. – In: Haas J. (szerk.): Magyarország litosztratigráfiai alapegységei, Triász. Földtani Intézet, Budapest, pp. 248–251.

[4] Konrád Gy. 1997: A DK-dunántúli alsó- és középső-triász képződmények szedimentológiai vizsgálatának eredményei. Kézirat, kandidátusi értekezés. Orsz. Földtani. Szakkönyvtár (l.sz. 102015).

[5] Haas J., Budai T., Hips K., Konrád Gy., Török Á. 2002: Magyarországi triász fáciesterületek szekvencia-rétegtani elemzése. Földtani Közlöny 132/1, pp. 17–43.

[6] Vörös A. 2010: A villányi mezozoos rétegsor: visszatekintés új nézőpontból. Földtani Közlöny, 140/1, pp. 3–30.

[7] Korte, Ch., Kozur, H.W., Veizer, J. 2005: δ13C and δ18O values of Triassic brachiopods and carbonate rock as proxies for coeval seawater and palaeotemperature. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 226, pp. 287–306.

A Mecsekalja-zóna deformációrörténetének rekonstrukciója a Szentlőrinc-1 mélyfúrás egyedülálló kvarcszemcséi alapján

Deformation history reconstruction of Mecsekalja-zone using single quartz grains of Szentlőrinc-1 deep drilling

SKULTÉTI ÁGNES, M. TÓTH TIVADAR, FINTOR KRISZTIÁN, SCHUBERT FÉLIX

Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék,
skulteti.agi@gmail.com, mtoth@geo.u-szeged.hu, efkrisz@gmail.com, schubert@geo.u-szeged.hu

Összefoglaló

A kvarc a földkéreg leggyakoribb kőzetalkotó ásványaként széleskörű nyomás és hőmérséklet viszonyok között jelen van, és mikroszerkezetében információt hordoz az őt ért deformációs mechanizmusokról. A Raman spektroszkópia segítségével elkülöníthetők az eltérő deformációs állapotú kvarcszemcsék, illetve kvarcszemcse domének. Munkánk során elkülönítettünk három eltérő mikroszerkezeti megjelenésű kvarcszemcsét: egységes, unduláló kioltást mutató szemcséket (T0), alszemcsékre tagolódó szemcséket (T1), kisméretű deformációmentes rekrisztallizált szemcsékre tagolódó szemcséket (T2), illetve olyan vegyes szemcséket, melyek a szélső tagokat képező T0, T1, T2 szöveti típusok különböző arányú kombinációjából állnak. A statisztikai vizsgálatok eredményeként megállapítható, hogy a mikroszerkezeti tulajdonságaik alapján elkülönített, szélső tagokat képviselő kvarcszemcsékből felvett Raman spektrumok spektrális tulajdonságai szintén szignifikáns eltérést mutatnak. Így az eltérő mikroszerkezetű kvarcszemcsék az azokból felvett Raman spektrum bizonyos spektrális tulajdonságai alapján is jól elkülönülnek egymástól. A három szélső tag a spektrális térben egy-egy pontot definiál, együtt azonban meghatároznak egy háromszöget. A vegyes mikroszerkezeti felépítésű kvarcszemcsék a spektrális térben a három szélső tagot képviselő szemcse által kifeszített spektrális háromszögön belül helyezkednek el. A három szélső szemcsét a dinamikus rekrisztalizáció különböző mechanizmusai hozták létre, ennek megfelelően azok eltérő deformációs állapotot képviselnek, melyhez a T0-tól a T2-felé növekedő hőmérséklet társítható. Így a T0-T1-T2 által meghatározott spektrális tér egyben egy virtuális deformációs térnek is tekinthető. Mivel minden egyes kvarcszemcse egy kicsit máshol tart a T0-T1-T2 szélső deformációs állapotok által meghatározott deformációs folyamatban, így együtt egy deformációs fejlődési pályát határoznak meg, mely egy adott kőzettérfogatra jellemző. A munkánk során létrehozott virtuális deformációs tér az általunk vizsgált terület deformációtörténetének rekonstrukcióját teszi lehetővé.

Kulcsszavak

Kvarc, mikroszerkezet, deformáció, Raman spektroszkópia

Abstract

Quartz is among the most common minerals in the Earth's crust, which is stable within a wide range of temperature and pressure conditions. As its microstructure is sensitive to diverse deformation mechanisms, quartz may provide valuable information about the structural evolution of many different rock types. Using Raman microspectroscopy, single quartz grains and monomineralic domains, which are characterized by different deformation conditions can be identified and separated. In this study three microstructurally extreme quartz grain types were discriminated from a subsurface shear zone; grains with undulose extinction (T0), grains with subgrains (T1), grains with recrystallized grains (T2). Moreover several microstructurally transitional grains were measured, which are combinations of the above extremes. Statistical analysis displays that the microscopically identified extreme grains have significantly different spectral attributes. The microstructurally different quartz grains can accordingly be divided on the basis of the certain spectral variables of their Raman spectra. The three extreme quartz grains were formed by different deformation mechanisms, so they represent different deformation conditions. The T0-T1-T2 spectral space is actually considered to as a virtual

deformational space. Each complex quartz grain measured in the sample appear a little bit elsewhere in the deformation process defined by T0-T1-T2 extreme conditions, but they together determine a successive deformation path. It can be supposed that this combined pathway is characteristic for the whole rock volume in study. Finally, the computed Raman spectroscopy based virtual deformational space allows determination of the structural evolution of the analyzed shear zone.

Keywords

Quartz, microstructure, deformation, Raman spectroscopy

Bevezető

A kvarc nagyon gyakori és ellenálló ásványként van jelen a földkéregben. Nagyfokú stabilitásának köszönhetően széleskörű nyomás és hőmérséklet viszonyok között megtalálható. A kvarc kristályszerkezete a fejlődése során rá ható nyomásnak és hőmérsékletnek megfelelően torzul, vagyis deformálódik. Eltérő körülmények között a kvarc deformációjában különböző mechanizmusok a meghatározók, melyek eltérő mikroszerkezeti megjelenésű kvarcszemcséket eredményeznek [1][2][3]. Így minden egyes kvarcszemcse mikroszerkezeti megjelenésében információt hordoz az őt ért deformációs mechanizmusokról. Egy adott kőzettestben minden egyes kvarcszemcse a deformációs folyamat egy részéről hordoz információt, együtt azonban segítségünkre lehetnek a deformációtörténet rekonstrukciójában azáltal, hogy egy deformációs fejlődési pályát rajzolnak ki.

Az általunk vizsgált terület egy aktív nyírási zóna, mely Közép-Európában, Magyarország Dél-Dunántúli régiójában található. A tektonikus zóna kőzettani felépítése és múltbeli deformációja eddig csupán felszíni-felszínközeli kőzetmintákból ismert. A vizsgálatainkhoz felhasznált minták egy, a diszlokációs övben geotermikus céllal mélyített kútból származnak, melynek fúrása során közel 2 km-es mélységből furadékanyag került a felszínre. A furadékanyagot az 1-2 mm méretű kőzetszemcsék mellett 80 %-ban önálló kvarcszemcse töredékek alkotják.

Munkánk során célunk az eltérő mikroszerkezeti megjelenésű kvarcszemcse típusok elkülönítése a Raman spektroszkópia módszerének alkalmazásával, illetve mivel a területről korábban ilyen mélységből nem álltak rendelkezésre geológiai információk, így célunk a rendelkezésünkre álló kvarcszemcse törmelékekből szerzett szerkezeti információk alapján egy lokális, a vizsgált területre vonatkozó módszertan kidolgozása, melynek segítségével rekonstruálhatóvá válik a nyírási zóna múltbeli fejlődéstörténete.

1. Eredmények

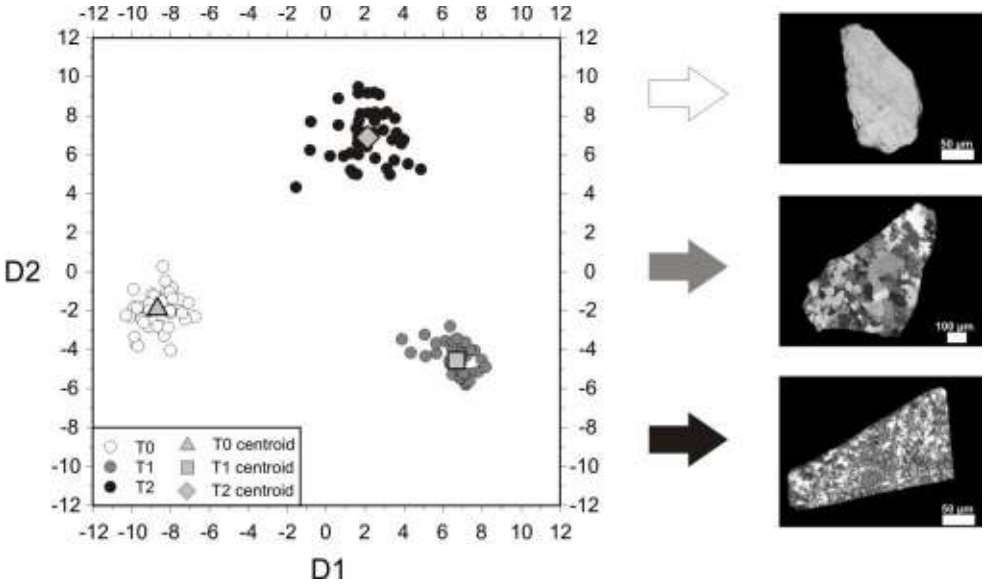
A mikroszkópos elemzésnek alávetett 500 kvarcszemcse mikroszerkezetét tekintve nem egységes. Három szélsőtagot képviselő mikroszerkezeti csoport különíthető el: unduláló kioltást mutató szemcsék (type0: T0), alszemcsékre tagolódó szemcsék (type1: T1), kisméretű deformációmentes rekrisztallizált szemcsékre tagolódó szemcsék (type2: T2). A T0 szemcsék petrográfiai megjelenésére jellemző, hogy az teljesen homogén, alszemcse és rekrisztalizált szemcse határok egyáltalán nem jelennek meg benne. A T1 szemcséken belül kissé eltérő orientációjú, más-más szögben kioltó, kisebb kvarcszemcse domének jelennek meg, melyek többnyire nem éles, optikailag jól meghatározható szemcsehatárok, hanem határ menti sávok mentén különülnek el egymástól. A T2 szemcsék néhány tíz μm-es, konkrét, optikailag megfigyelhető szemcsehatárok által határolt, új kvarcszemcséből állnak, melyek nem

mutatnak unduláló kioltást és nem tartalmaznak alszemcséket. A mintában a szélsőtagokat képviselő kvarcszemcsék mellett többségben vannak az olyan szemcsék, melyek mikroszerkezetüket tekintve nem homogének, hanem a szélső tagok különböző arányú kombinációjából állnak.

A Raman spektroszkópos vizsgálatok keretein belül elsőként a három szélsőtagot képviselő reprezentatív kvarcszemcsében, majd további 10, mikroszerkezetét tekintve vegyes szemcsében hajtottunk végre vonal menti térképezést. Az így kapott spektrumokat kiértékeltük, majd a változókat adatbázisba rendeztük. Ezt követően diszkriminancia analízist hajtottunk végre a 3 szélsőtagot képviselő kvarcszemcsét reprezentáló adatokra.

A statisztikai vizsgálat eredményeként azt tapasztaltuk, hogy a mikroszkópos tulajdonságaik alapján elkülönített, szélső tagokat képviselő kvarcszemcsékből felvett spektrumok spektrális tulajdonságai szintén szignifikáns eltérést mutatnak, vagyis az eltérő mikroszerkezetű kvarcszemcsék az azokból felvett Raman spektrum bizonyos spektrális tulajdonságai alapján is jól elkülönülnek egymástól.

A három szélső tag a spektrális térben egy-egy pontot definiál, így együtt meghatároznak egy háromszöget (1. ábra). A D1, D2 diszkriminancia függvény alkalmazásával a további 10, vegyes mikroszerkezetű kvarcszemcsét reprezentáló adatok helyzetét számítottuk ki a spektrális térben. Ennek eredményeként azt tapasztaltuk, hogy a vegyes mikroszerkezeti felépítésű kvarcszemcsék a spektrális térben a három szélsőtagot képviselő T0, T1, T2 típus által kifeszített spektrális háromszögön belül helyezkednek el.



1. ábra: A T0-T1-T2 kvarcszemcse típusok pozíciója a spektrális térben (T0-T1-T2 háromszög)
Fehér = T0 unduláló kioltású szemcse; Szürke = T1 alszemcsés szemcse;
Fekete = T2 rekrisztallizált szemcsékre tagolódó szemcse

2. Diszkusszió

A kvarc kristályszerkezetét eltérő nyomás és hőmérséklet viszonyok között más-más deformációs mechanizmusok alakítják. A különböző deformációs mechanizmusok eltérő

mikroszerkezeti megjelenésű kvarcszemcséket eredményeznek [1][2][3][4][5]. Így egy szemcse mikroszerkezeti megjelenéséből következtethetünk az azt létrehozó mechanizmusra.

A T0, unduláló kioltást mutató kvarcszemcséket létrehozó deformációs folyamat a dinamikus rekrisztalizáció alacsony hőmérsékleten és magas feszültség mellett jellemző bulging (BLG) mechanizmusa. A T1, alszemcsékre tagolódó, illetve a T2, rekrisztallizált szemcsékre tagolódó kvarcszemcsék feltételezhetően a dinamikus rekrisztallizáció közepes hőmérséklet és feszültség viszonyok mellett jellemző alszemcse rotáció rekrisztalizáció (SGR) eltérő hőmérsékleti stádiumaiban (SGR I., SGR II.) alakultak ki.

Ez alapján megállapítható, hogy a három szélső szöveti típus (T0, T1, T2) az őket létrehozó mechanizmusoknak megfelelően három különböző deformációs állapotot képvisel, melyekhez a T0-tól a T2-felé növekedő hőmérséklet társítható [1][2][3][4][5].

Ezen eltérő deformációs állapotot képviselő szélső szemcsék a Raman spektroszkópos elemzések során felvett spektrumok bizonyos nagysúlyú változói alapján a spektrális térben is szignifikánsan elkülönülnek egymástól. A spektrális térben a T0, T1, T2 szemcséket reprezentáló pontok kifeszítenek egy háromszöget. Mivel a T0, T1, T2 szöveti típusok különböző deformációs állapotoknak feleltethetők meg, ezért a T0-T1-T2 által meghatározott spektrális tér egyben egy virtuális deformációs tér leképezésének is tekinthető.

Irodalom

[1] G. Hirth, J. Tullis, *J. Struct. Geol.* 1992, 14, 145-159.

[2] R. H. Vernon, *A practical guide to Rock Microstructure*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

[3] C. W. Passchier, R. A. J. Trouw, *Microtectonics*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005.

[4] M. Stipp, H. Stünitz, R. Heilbronner, S. M. Schmid, *J. Struct. Geol.* 2002, 24, 1861-1884.

[5] A. Halfpenny, D. J. Prior, J. Wheeler, *J. Struct. Geol.* 2012, 36, 2-15.

Alkáli magmatizmus telérfázisai a Ditrói Alkáli Masszívumban

Dyke complexes of alkaline magmatism in the Ditrău Alkaline Massif

BATKI ANIKÓ[1], PÁL-MOLNÁR ELEMÉR[2]

[1]*MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport*
batki@geo.u-szeged.hu;
[2]*SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport*
palm@geo.u-szeged.hu

Összefoglaló

A Ditrói Alkáli Masszívum kialakulása egy kontinentális autonom magmás aktivizációhoz köthető. A magmás tevékenység köpenyeredetű magma felemelkedésével kezdődött. A magmatizmus utolsó fázisaként lamprofír, tinguait, nefelinszienit és alkáliföldpát szienit telérek, telérrajok jelentek meg. A telérek hornblenditet, dioritot, szienitet, nefelinszienitet és gránitot járnak át. A masszívum szülőmagmájához kémiailag a lamprofírok állnak a legközelebb. Néhány tinguait telérben sötétszürke, kerekded, finomszemcsés, porfiros, alkáli bázisos kőzettest, ijolit jelenik meg. Az ijolit és a masszívum többi kőzettípusának klinopiroxén összetétele alapján a tinguaitba ágyazódott kőzettestek bazanitos és nefelinszienit magmák keveredése során alakulhattak ki.

Kulcsszavak

Alkáli magmatizmus, telérfázisok, ijolit, magmakeveredés, Ditrói Alkáli Masszívum

Abstract

The origin of the Ditrău Alkaline Massif can be associated to an autonomous continental magmatic activation. The magmatic activity started with a magma rising up from a mantle source. At the last stage of the magmatism numerous dykes, including lamprophyres, tinguaites, nepheline syenites and alkali feldspar syenites, cut hornblenite, diorite, syenite, nepheline syenite and granite. Chemical composition of lamprophyres fit the best to the parent magma of the massif. Additionally, small, dark grey, fine-grained discrete rounded alkaline mafic aggregates, here named ijolites, occur within some of the tinguaite dykes. Compositional variations of clinopyroxenes from ijolite and other rock types of the massif suggest mixing between basanitic and nepheline syenitic magma as a possible origin for the ijolit aggregates.

Keywords

Alkaline magmatism, dyke complexes, ijolite, magma mixing, Ditrău Alkaline Massif

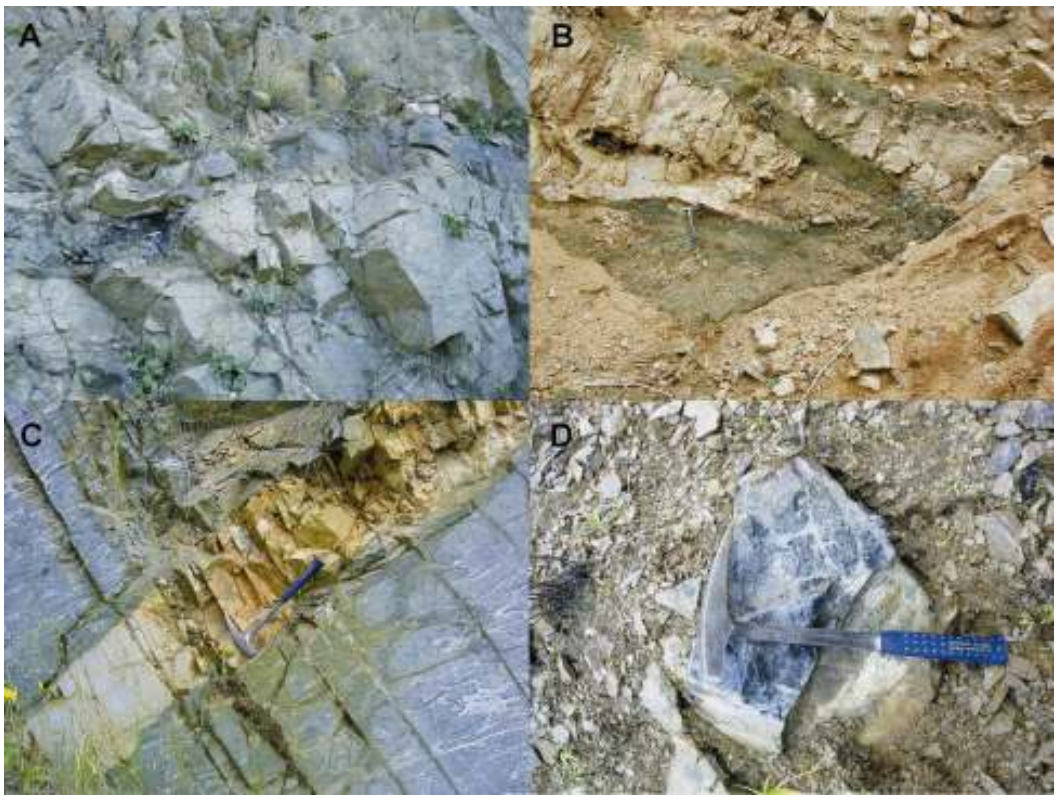
Bevezető

A Ditrói Alkáli Masszívum a Keleti-Kárpátok egyik legváltozatosabb felépítésű geológiai képződménye, amely a Gyergyói-havasok D-i és DNy-i részét képezi, a Kelemen-Görgény-Hargita neogén-kvarter mészalkáli övtől K-re a Bukovinai Takaró prealpi metamorf kőzeteit áttörve bukkan a felszínre. A masszívum a Keleti-Kárpátok központi kristályos kőzettömegébe nyomult be, és ezekkel a metamorf kőzetekkel együtt vett részt az alpi tektonikai eseményekben. Kialakulása egy kontinentális autonom magmás aktivizációhoz köthető. A magmatizmus a kontinentális kéreg kialakulása utáni, az intrúzió a feléledési zónákhoz köthető, vagy a platform alapzatát átszelő mélytörések mentén alakult ki. Ez a magmatizmus változatos alkáli kőzetegyüttest produkált (pl. hornblendit, gabbró, diorit,

szienit, monzonit, gránit, nefelinszienit). A magmás tevékenység a középső-triász extenziós tektonikai környezetben, a dél-európai passzív kontinentális szegélyen, köpenyeredetű magma felemelkedésével kezdődött [1]. A magmatizmus utolsó fázisaként lamprofír, tinguait, nefelinszienit és alkáliföldpát szienit telérek, telérrajok jelentek meg.

1. Települési viszonyok

A Ditrói Alkáli Masszívum teljes területén felszínre bukkannak lamprofír, tinguait (fonolitnak megfelelő telérfázis), nefelinszienit és alkáliföldpát szienit telérek. Míg a lamprofírok jellemzően hornblenditet, dioritot, nefelinszienitet és gránitot járnak át, addig a tinguaitok nefelinszienitben és gránitban jelennek meg, az alkáliföldpát szienit telérek pedig hornblenditet, dioritot, szienitet és lamprofír teléreket is átszelnek (1. ábra). A telérek vastagsága néhány cm-től 2 m-ig is terjedhet. Kontaktzónájuk a mellékkőzetekkel általában éles. A telérek kisebb-nagyobb mértékben mállottak.

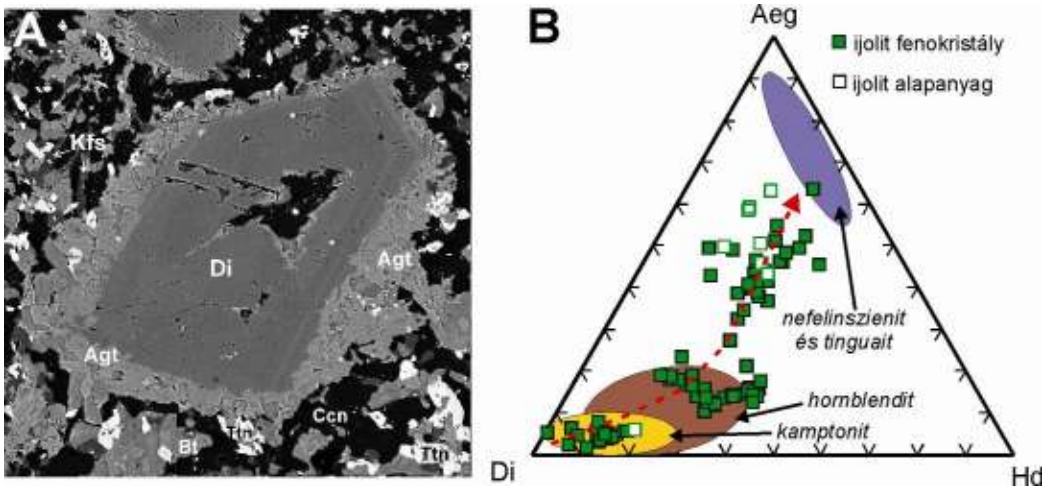


1. ábra: Telérfázisok a Ditrói Alkáli Masszívum területén. A. Lamprofír telér dioritban (Orotva-patak) B. Lamprofír telér gránitban (Nagyág-patak) C. Alkáliföldpát szienit telér dioritban (Orotva-patak) D. ijolit kőzettestek tinguaitban; a tinguait mellékkőzete gránit (Nagyág-patak)

2. Telérfázisok jelentősége

A lamprofírok ásványos összetételük alapján (kaersutit, hastingsit > biotit, plagioklász földpát ± diopszid) kamptonitok, amelyek Si- és Al-telítetlen bazanitos összetételű, alkáli bázikus kőzetek (ne=3-14, ol=8-17; La/Yb=15-26). Kontinentális lemezen belüli tektonikai környezetben, elsődleges olvadékokból keletkezett másodlagos differenciátumok. Gránát lherzolit igen kisfokú (1-2%) parciális olvadásából származnak [2]. Kémiai összetételükben a kamptonitok állnak a legközelebb a Ditrói Alkáli Masszívum szülőmagmájához.

A Ditrói Alkáli Masszívum területén az elmúlt évek során egyre több természetes feltárásból (pl. Nagyág-patak, Békény-patak, Vár-patak) kerültek elő tinguait telérekbe ágyazódott kerekded, finomszemcsés, porfiros, alkáli bázisos (ijolit) kőzettestek (1. D ábra). A sötétszürke, 1-9 cm átmérőjű ijolit aggregátumok élesen elkülönülnek a tinguaittól, reakciószegély nincs közöttük. Fő kőzetalkotó ásványaik a klinopiroxén (diopszid, hedenbergit, augit, egirinaugit), biotit, káliföldpát és kankrinit. A rezorbeált klinopiroxén szegélyén az alapanyagot alkotó egirinaugit összetételével megegyező egirinaugit jelenik meg (2. A ábra). Összehasonlítva az ijolitok klinopiroxénjeinek összetételét a masszívum többi kőzettípusának piroxénjeivel azt találjuk, hogy az ijolitok és a kamptonitok diopszidjai kémiailag szinte teljesen azonosak (2. B ábra), ami a két kőzet ugyanazon bazanitos magmaforrására utal. Az ijolitok Mg-Fe klinopiroxénjeinek összetétele (Di94-Hd40) egyre inkább Na-gazdag (Aeg63) lesz a magtól a szegélyek felé haladva, bár ez az átmenet nem folyamatos. Hasonló Na-tartalmú piroxének a masszívum nefelinszienitjeiben találhatóak. Az ijolitok klinopiroxénjeinek rezorbeált szegélye és utólagos Na gazdagodása a bazanitos és a nefelinszienit magma keveredését bizonyíthatja [3].



2. ábra: Klinopiroxének a Ditrói Alkáli Masszívum különböző kőzettípusaiban. A. Diopszid fenokristály visszaszórt elektron képe ijolitban egirinaugit szegéllyel B. Kamptonit, hornblendit, nefelinszienit, tinguait és ijolit klinopiroxénjeinek kémiai összetétele

A lamprofírokkal ellentétben a tinguait, nefelinszienit és alkáliföldpát szienit teléreket eddig csak érintőlegesen vizsgálták [4][5][6][7], holott ezen telérfázisok részletes petrográfiai, ásvány- és kőzetkémiai ismerete jelentősen hozzájárulna az alkáli magmás tevékenységeket lezáró késő magmás folyamatok összefüggéseinek megértéséhez, feltárná a masszívum telérfázisai és mellékkőzeteik közötti genetikai kapcsolatokat.

Irodalom

[1] Pál-Molnár, E. 2010. Rock-forming minerals of the Ditrău Alkaline Massif, in: Szakáll, S., Kristály, F. (Eds.), Mineralogy of Székelyland, Eastern Transylvania, Romania. Sepsiszentgyörgy, Csíkszereda, 63-88.

[2] Batki, A. 2009. A Ditrói Alkáli Masszívum lamprofírjainak petrogenezise. Ph.D. értekezés, 151p.

[3] Batki, A., Pál-Molnár, E., Markl, G., Wenzel, T. 2012. Compositional variations of clinopyroxene from ijolite, Ditrău Alkaline Massif, Romania. Joint 5th Mineral Sciences

in the Carpathians Conference and 3rd Central European Mineralogical Conference, Miskolc, Hungary. Acta Mineralogica-Petrographica, Abstract Series, 7, 12.

[4] Szádeczki, Gy. 1899. A kolozsvári egyetem ásvány-földtani intézetének és az Erdélyi Múzeum ásványtárának kiállítása Párizsban az 1900. évben. Orvos-természettudományi Értesítő. 1899. XXI. 209. Kolozsvár.

[5] Mauritz, B. 1912. Adatok a gyergyó-ditrói szienittömzs kémiai viszonyainak ismeretéhez. Mat. term. tud. Értesítő. XXX. 607-631.

[6] Mauritz, B., Vendl, M., Harwood, H.F. 1925. A ditrói szienit további petrokémiai vizsgálata. Mat. term. tud. Értesítő. XLI, 61-73.

[7] Streckeisen, A. 1954. Das Nephelinsyenit-Massiv von Ditro (Siebenbürgen), II. Teil. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 34, 336-409.

Teljes kőzet és ásványkémiai adatok a Persányi-hegység alkáli bazalt magmáinak eredetére

A combined whole-rock and mineral-scale investigation to reveal the origin of the basaltic magmas of the Perşani monogenetic volcanic field, Romania, eastern-central Europe

HARANGI SZABOLCS[1,2], SÁGI TAMÁS[1,2], IOAN SEGHEDI[3], THEODOROS NTAFLOS[4]

[1] *MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport,*
[2] *ELTE Kőzettan-Geokémiai tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány sétány 1/C,*
szabolcs.harangi@geology.elte.hu;
[3]*Institute of Geodynamics, Romanian Academy, 19-21. str. Jean-Luis Calderon, 020032 Bucharest, Romania;*
[4]*Department of Lithospheric Research, University of Vienna, Althanstrasse 14, A-1090 Vienna, Austria*

Összefoglaló

A Persány vulkáni mező a Kárpát-Pannon térség legfiatalabb bazaltos vulkáni területe. A vulkáni kitörések 1,2 millió és 600 ezer évvel ezelőtti időszakban zajlottak a Persányi-hegység és az Erdélyi-medence határán, a Brassói-medence északnyugati peremén, nagyjából egy délnyugat-északkeleti csapású törészóna mentén [1,2,3]. A magmafeláramlást egy extenziós feszültségtér segítette, azaz a vulkáni működés szoros kapcsolatban van a térség tektonikai mozgásaival. A közelmúltban végzett geofizikai vizsgálatok egy kis szeizmikus sebességű területet jeleznek a vulkáni mező alatt [4], azaz nem zárható ki, hogy a jövőben még felújulhatnak a vulkáni kitörések. A vulkanizmus során maarok, salakkúpok és lávakőzettel borított területek alakultak ki, a magmaproduktivitás alapján a kis térfogatú magma feláramlással jellemzett monogenetikus alkáli bazalt vulkáni mezők közé sorolható.

A bazaltos magmák eredetére egy integrált teljes kőzet és ásványkémiai vizsgálatot végeztünk olyan mintákon, amelyek keletkezése lefedi a bazaltvulkanizmus idejét [5]. A bazaltok kémiai összetétele közel van a primitív magmákéhoz, a számítások szerint mindössze 5-12%-os olivin és alárendelt mennyiségű spinell frakcionáció történhetett a magma feláramlása során. Mind a nagy magnézium-tartalmú olivin kristályok és a bennük található spinell zárványok likvidusz kristályoknak tekinthetők, amelyek 1300-1350°C hőmérsékleten keletkeztek. Ezt követően jöttek létre a klinopiroxén (ferro-diopszid) kristályok 1250°C körüli hőmérsékleten és 0,8-1,2 GPa nyomáson. A magmaképződés körülményeit, az intenzív állapotjelzőket különböző, egymástól független módszerekkel becsültük. Az eredmény egymással koherens volt. Eszerint, a bazaltos magma kialakulása 85-90 km mélységben indult, a gránát-spinell peridotit stabilitási területen és 60 km mélyen fejeződött be, ahol már csak a spinell volt stabil az Al-hordozó ásványok közül. A földköpeny potenciális hőmérséklete 1350-1420°C lehetett, ami a Pannon-medence bazaltos területein meghatározott hőmérséklet értékek közül a legalacsonyabb. Ez azt jelzi, hogy a Persány vulkáni mező alatti földköpenyben nincs hőmérsékleti anomália, a magmaképződés viszonylag vékony kontinentális litoszféra alatt nyomáscsökkenés hatására történt.

A bazaltos magmák forrásterülete az olivinek és a spinellek kémiai összetétele alapján uralkodóan MORB-típusú, kis mértékben heterogén kimerült peridotit lehetett. A spinellek cr-száma alapján két koherens csoport különíthető el (cr-szám=0,38-0,45 illetve 0,23-0,32), ami megfelel az idősebb, illetve a fiatalabb bazaltos képződményeknek. Ez arra utal, hogy a vulkáni működés előrehaladtával változott a magmák forrásterületének jellege, amit alátámasztanak a bazaltos teljes kőzet főelem- és nyomelem adatai is. A fiatalabb bazaltos magmák kisebb mértékű részleges olvadással jöttek létre egy kémiai összetételben a korábbiakhoz képest némileg eltérő földköpeny anyagból. Mindazonáltal a persányi bazaltok földköpeny forrásterülete jó hasonlóságot mutat más, a Mediterrán régióban orogén területekhez közel megjelenő alkáli bazaltokéhoz.

A bazaltos magmák feláramlási sebességét olivin xenokristályok Ca koncentráció változékonysága alapján becsültük. A nagy felbontású vonalmenti mérések esetében a kristálymagból kiindulva két lineáris növekedési trendet különböztettünk meg. Az első lassú Ca értékbeli növekedést mutat, ami egy 1,3 éves felfűtési szakaszt jelenthet, míg a másik a legszélső peremen mutat hirtelen Ca koncentráció növekedést, ami a Ca diffúziós állandó figyelembe vételével 4-5 nap alatt alakulhatott ki. Az 1,3 éves felfűtést a litoszféra köpenybe érkező bazaltos magma hatásával magyarázzuk, míg a 4-5 napos felfűtési szakaszt a xenokristály bazaltos

magmába való keveredése és a felszínre kerülés közötti időnek, azaz a földköpenyből való feláramlási időnek értelmezzük.

A Persány vulkáni mező alkáli bazaltos vulkanizmusa feltehetően a Vráncsa övezet alatt közel függőlegesen a mélybe nyomuló litoszféra darab távoli hatása lehet. Ennek következtében egy lokális törés jöhetett létre a kontinentális litoszféra alján, ahová friss asztenoszféra anyag nyomult. Az olvadási oszlop mélységbecslése alapján ez a felszakadás 60 km mélységig történhetett. A lokális litoszféra felszakadást alátámasztják a kis-térfogatú magmafluxus, valamint Popa et al. [4] geofizikai modelljei is. Ugyanakkor az értelmezett magmagenezis nincs összhangban a regionális litoszféra delamináció modelljével [6,7]. A gyors magma feláramlást elősegíthette az északnyugat-délkelet irányú extenziós feszültségtér és az Erdélyi-medence peremén lévő normál vetők felújulásai. A jelenlegi geodinamikai helyzet alapján nem zárható ki hasonló esemény ismételt bekövetkezése, azaz a vulkáni működés felújulása.

Kulcsszavak

Alkáli bazalt, olivin, Cr-spinell, monogenetikus vulkáni mező, magmagenezis, Kárpát-Pannon térség

Abstract

The Perşani volcanic field is a low-volume flux monogenetic volcanic field in the Carpathian-Pannonian region, eastern-central Europe. The volcanic activity occurred intermittently from 1200 ka to about 600 ka, forming lava flow fields, scoria cones and maar volcanic structures. Selected basalts from the initial and the younger active phases were investigated based on their major and trace element content as well as using chemical compositions of the main minerals. The bulk composition of the studied samples is close to that of the primitive magmas, only 5-12% olivine and minor amount of spinel fractionation could have taken place. Olivine and spinel were the liquidus phases crystallized at 1300-1350°C, followed by clinopyroxenes at about 1250°C and 0.8-1.2 GPa. The condition of the melt generation was constrained using various, independent techniques, which yielded coherent result. Melt generation could have started at 85-90 km depth in the garnet-spinel-peridotite field and terminated at about 60 km depth in the spinel-peridotite stability field. The estimated mantle potential temperature is in the range of 1350-1420°C, which is the lowest in the Pannonian basin. It suggests that no thermal anomaly exists in the upper mantle beneath the Perşani area and that the mafic magmas were formed by decompression melting under a relatively thin continental lithosphere. The mantle source of the magmas could be slightly heterogeneous, but dominantly MORB-type, variously depleted peridotite as suggested by the composition of the olivines and spinels. Based on the cr-numbers of the spinels, two coherent compositional groups (0.38-0.45 and 0.23-0.32, respectively) can be distinguished that correspond to the older and younger volcanic products. This indicates a change in the mantle source region during the volcanic activity that inferred also from the bulk rock major and trace element data. The younger basaltic magmas were generated by lower degree of melting, from a deeper and compositionally slightly different mantle source compared to the older ones. The mantle source character of the Perşani magmas is akin to many other alkaline basalt volcanic field in the Mediterranean close to orogenic areas. The magma ascent rate is estimated based on the compositional traverses across olivine xenocryts using the variation of the Ca content. Two heating events can be recognized, the first one is about 1.3 year and this could imply the heating of the lower lithosphere by the uprising magma, whereas the second one is only 4-5 days, which corresponds to the time of magma ascent through the continental crust. The alkaline mafic volcanism in the Perşani volcanic field could have taken place as a response of the formation of a narrow rupture in the lower lithosphere beneath this area possibly as a far-field effect of the dripping of the dense continental lithospheric material beneath the Vrancea zone. Upper crustal extensional stress-field with reactivation of normal faults at the southeastern margin of the Transylvanian basin could enhance the rapid ascent of the mafic magmas. The present geodynamic situation might be still capable leading to further volcanic activity in this area.

Keywords

Alkaline basalt; olivine; chromian spinel; monogenetic volcanic field; magmagenesis; Carpathian-Pannonian region

Irodalom

[1] Seghedi, I., Szakács, A., 1994. The Upper Pliocene-Pleistocene effusive and explosive basaltic volcanism from the Perşani Mountains. Rom. J. Petrology 76, 101-107.

[2] Panaiotu, C.G., Jicha, B.R., Singer, B.S., Tugui, A., Seghedi, I., Panaiotu, A.G., Necula, C., 2013. 40Ar/39Ar chronology and paleomagnetism of Quaternary basaltic lavas from the Perşani Mountains (East Carpathians). Physics of the Earth and Planetary Interiors, 2013.

[3] Gîrbacea, R., Frisch, W., Linzer, H.-G., 1998. Post-orogenic uplift induced extension: a kinematic model for the Pliocene to recent tectonic evolution of the Eastern Carpathians (Romania). Geologica Carpathica, 49, 315–327.

[4] Popa, M., Radulian, M., Szakács, A. Seghedi, I., Zaharia, B., 2012. New Seismic and Tomography Data in the Southern Part of the Harghita Mountains (Romania, Southeastern Carpathians): Connection with Recent Volcanic Activity. Pure Appl. Geophys., 169, 9, 1557-1573.

[5] Harangi, S., Sági, T., Seghedi, I., Ntaflos, T. (in press): A combined whole-rock and mineral-scale investigation to reveal the origin of the basaltic magmas of the Perşani monogenetic volcanic field, Romania, eastern-central Europe. - Lithos, 2013.

[6] Gîrbacea, R., Frisch, W., 1998. Slab in the wrong place: Lower lithospheric mantle delamination in the last stage of Eastern Carpathians subduction retreat. Geology, 26, 611-614.

[7] Fillerup, M.A., Knapp, J.H., Knapp, C.C., Raileanu, V., 2010. Mantle earthquakes in the absence of subduction? Continental delamination in the Romanian Carpathians. Lithosphere, 2 (5), 333-340.

Maar kitörési központok azonosítása freatomagmás üledékek tanulmányozása segítségével Mátéfalva térségében (Persányi-hegység, Románia)

Identification of maar eruptive centers by studying phreatomagmatic deposits in the Mateiaş area (Perşani Mts., Romania)

SOÓS ILDIKÓ[1], ALEXANDRU SZAKÁCS[2,3]

[1]*Babeş-Bolyai University, Dept. of Geology, 1, M. Kogălniceanu St., RO-400084 Cluj-Napoca,Romania, ildiko.soos14@gmail.com;*
[2]*Sapientia University, Dept. of Environmental Sciences, Matei Corvin St., 4, RO-400112 Cluj-Napoca, Romania, szakacs@sapientia.ro;*
[3]*Institute of Geodinamics, Romania Academy, 19-21, Jean-Luis Calderon St., RO-020032 Bucharest, Romania*

Összefoglaló

A Persányi-hegység alkáli bazalt vulkanizmusa képviseli a Keleti Kárpátok Neogén/Kvarter vulkanizmusának utolsó mozzanatát. A K-Ar és $^{40}Ar/^{39}Ar$ kormeghatározási eredmények szerint a monogenetikus vulkáni terület 1,2-0,6 Ma között alakult ki [1] öt fázisban, amelyeket részben egymást fedő explozív és effuzív vulkáni termékek képviselnek [1][2]. A tanulmányozott terület a vulkáni terület északi részén található, ahol a Mátéfalvi-patak völgyében jól feltárt freatomagmás piroklasztit üledéksor tanulmányozható. A freatomagmás üledékek típusa és gyakorisága arra utalnak, hogy maar kitörésű központoknak (is) jelen kell lenniük. Néhány maar típusú kitörési központot már korábban bejelöltek a térképen a Persányi-hegységben [2][3]. A feltárást párhuzamos tufa és lapillitufa rétegek váltakozásai alkotják, nagyszámú becsapódási nyommal és bezsákolódott blokkal. A feltárást normál-gradált rétegek jellemzik, ritkábban reverz gradáltságú rétegek is jelen vannak. Helyenként dűne szerkezetű alapi-torlóár üledékek figyelhetők meg és különböző összetételű akcidentális klasztok azonosíthatók. A dolgozat célja, hogy azonosítsa és lokalizálja a rejtett maar-típusú robbanásos kitörési központot, melyből ezek a piroklasztikus üledékek származnak. A terepi megfigyelések a piroklasztit litológiai és szerkezeti jegyeinek felismerésén alapszanak. Különös figyelmet fordítottunk az asszimetrikus üledékes szerkezetek azonosítására, amelyekből a klasztok szállítási iránya határozható meg. A freatomagmás kitörési központ azonosítására a következő kritériumokat vettük figyelembe: (1) a piroklasztok szállítási irányának az értelmezése (1a) az aszimmetrikus becsapódási nyomokból és (1b) az alapi-torlóár üledékek települési jellegzetességeiből, (2) a piroklaszt szemcsenagyság térbeli eloszlása, (3) a kidobott anyag kőzettani összetétele és (4) a litológiai oszlop összehasonlítása és korrelálása más persányi-hegységi piroklasztit feltárásokkal. Az eredmények értelmezése azt mutatja, hogy a tanulmányozott feltárásokban a piroklasztit üledékek egy, Mátéfalva település keleti részén található maar-típusú kitörési központból származnak. Mivel a maar-okra jellemző gyűrű-alakzat nem maradt meg a jelenkori domborzatban, további vizsgálatok szükségesek a feltételezett kitörési központ jelenlétének a megerősítéséhez.

Kulcsszavak

Maar, freatomagmás vulkanizmus, piroklaszt, ballisztikus szállítás, becsapódási nyom, Persányi-hegység

Abstract

The alkaline basaltic volcanism in the Perşani Mts. represents one of the youngest activities of the Neogen/Quaternary volcanism in the East Carpathians. K-Ar and $^{40}Ar/^{39}Ar$ datings show that a monogenetic volcanic field developed with modest dimensions in the western part of the Perşani Mts. betveen 1.2 – 0.6 Ma [1]. Five stages of volcanic activity have been identified, represented by partly overlapping sequences of explosive and effusive volcanic products [1][2]. The studied area near Mateiaş village belongs to the northern part of the volcanic field. Well-exposed phreatomagmatic pyroclastic deposits occur along the Mateiaş valley. The abundance of phreatomagmatic deposits in the area and their lithological features strongly suggest that

maar-type eruptive centers should be present. A few maar structures have tentatively been located on previous maps in the Perşani Mts. [2][3]. The outcrops are mostly represented by alternating plan-parallel bedded tuffs and lapilli tuffs, with a large number of impact sags in the underlying plastically deformed tephra beds, frequently containing the accidental ballistic blocks. The deposits display multiple normal grading, rarely reverse grading and, in places, typical dune-bedded base surge sequences. Various petrographic types of accidental clasts can be found, both juvenile and accidental. This study aims at identifying and localizing the hidden eruptiv center of these pyroclastic deposits. It is based on careful field examination of the lithology and structure of pyroclastic deposits. Special attention has been given to asymmetrical depositional structures from which clast transport directions can be deduced. For the location of the volcanic center the following criteria were taken into account: (1) interpretation of pyroclast transport directions from (1a) bomb-sag asymmetry and (1b) depositional structures of base-surge deposits, (2) spatial distribution of clast size of ballistically emplaced products, (3) examination of remote-sensing materials and (4) the realization of the lithological column and correlation with other pyroclastic deposits. Statistical evaluation of these indicators strongly suggest that the investigated pyroclastic deposits originated from a maar-type phreatomagmatic center located east to Mateiaş village. Because no obvious ring-like or circular geomorphological features can positively be identified in the present-day local topography, further investigations are needed to confirm this hypothesis.

Keywords

Maar, phreatomagmatic volcanism, pyroclast, ballistic transport, impact sag, Perşani Mts.

Bevezető

A csekély kiterjedésű persányi-hegységi monogenetikus vulkáni terület [2] képviseli az egyik legfiatalabb alkáli-bazalt vulkanizmust délkelet Európában. ÉÉK-DDNy irányban terül el a Brassói medence nyugati peremén. A vulkáni termékek négy megkülönböztethető részterületen fordulnak elő: (1) Sós-völgy, (2) Alsórákos-Mátéfalva, (3) Olthévíz-Bogáta-Nádas-völgy és (4) Alsókomána település szomszédságában.

Litológiai szempontból Seghedi és Szakács [2] négy egységet különített el: (1) az alsó freatomagmás szint, (2) a lávafolyások, (3) a felső freatomagmás szint és (4) a salakkúpok egységeit. A feltárásokban jelentkező különböző robbanásos vulkáni termékek freatikus, freatomagmás és sztromboli típusú kitörésekből származnak. A freatikus/freatomagmás kitörési központok nagy valószínűséggel maar vagy tufagyűrű típusúak voltak. Mivel a jellegzetes gyűrű alaku morfológia nem maradt meg, a maar központok azonosítására, lokalizálására különböző vulkanológiai eljárásokat alkalmaztunk:

a) Terepi megfigyelések: a feltárások azonosítása és lokalizálása térképen, litológiai megfigyelések: a piroklasztit feltárások szerkezeti és települési jegyeinek a felismerése, litológiai oszlop elkészítése, szövet, szerkezet makroszkópos elemzése, terepi granulometriai elemzés: a juvenilis és akcidentális klasztok szemcseméretének változása, a klasztok petrográfiai típusának azonosítása, a piroklasztok szállítási irányának a meghatározása két módszerrel: (1) az alapi torlóár üledékek szerkezetének a vizsgálatával és (2) a becsapódott ballisztikus blokkok/bombák nyomainak elemzésével.

b) Laboratóriumi megfigyelések/elemzések: a ballisztikus blokkok fajsúlyának a meghatározása és a kidobott anyag kőzettani összetételének részletes mikroszkópos vizsgálata.

c) A terepi és laboratóriumi eredmények elemzése és kiértékelése: a litológiai oszlop értelmezése és a mátéfalvi feltárás összehasonlítása más Persányi-hegységbeli

freatomagmás feltárásokkal, a szállítási távolságok felbecsülése komputeres ballisztikus szimulálás segítségével, az eredmények térképen való feltüntetése.

1. Terepi megfigyelések

A mátéfalvi piroklasztit feltárás az alsó freatomagmás szinthez tartozik. A feltárás jól rétegzett és négy nagyobb egységre osztható fel: (1) az alsó finom szemcsés tufa és lapillitufa egység, amelyre (2) egy durvábbszemcsés, gyengén rétegzett, nagy mennyiségű blokkot tartalmazó egység települt, ezt (3) egy 120 cm vastag őstalaj réteg fedi, legfelül (4) egy gyengén rétegzett tufa/lapillitufa réteg található.

2. A ballisztikus szállítási mechanizmus értelmezése a maar kitörési központok esetében

A maar-ok kisméretű vulkánok, amelyek freatomagmás robbanások során alakulnak ki, amikor a felszínre törekvő magma felszín alatti vízzel találkozik. A kráter alja az eredeti topográfia szintje alatt van és minden egyes robbanás alkalmával mélyül [4]. A robbanásból származó juvenilis és akcidentális piroklasztok a mély kráterben gyűlnek fel egy diatréma kitöltését alkotva. A krátert körülvevő tefragyűrű a juvenilis anyag mellett az aljzatból felhozott kőzetdarabokat is tartalmaz.

Nagy kidobási szög (pl. 60°) esetén a blokk magasra száll és a becsapódáskor többékevésbbé szimmetrikus bezsákolódási nyomot hagy. Kis kidobási szög esetén (45° alatt) a blokk alacsonyabban repül és becsapodáskor asszimmetrikus alakú nyomot hagy hátra, amelyből a blokk származási irányára lehet következtetni, míg a szimmetrikus becsapódási nyom csak arra ad információt, hogy a kitörési központ valahol a közelben van.

Az alapi torlóár üledékek dűne típusú szerkezeteiből is meg lehet állapítani a szállítás irányát, ebből a kitörési központ elhelyezkedésének az irányára lehet következtetni, akárcsak a klasztok szemcseméret eloszlásának a vizsgálatából (a krátertől távolodva a piroklasztok mérete szisztematikusan csökken).

Az ***Eject!*** szimulációs program segítségünkre volt a minimális és maximális szállítási távolságok meghatározására (1. táblázat).

1. táblázat. Az ***Eject!*** szimulációs program eredményei [5] (a kiemelt értékek állnak a legközelebb a valósághoz)

Ballisztikus litoklaszt	*Fajsúly (kg/m^3)*	*Átmérő (m)*	*A blokk alakja*	*100 m/s*		*150 m/s*		*200 m/s*		
				45°	*60°*	*45°*	*60°*	*45°*	*60°*	
Homokkő	2630.00	0.17	Lekerekített	533.6	445.9	801.3	658.4	1005.7	938.8	T
Bazalt	2800.00	0.61	Szögletes	**867.0**	743.6	**1664.8**	1417.3	2490.8	2077.9	Á
Bazalt	2700.00	0.78	Szögletes	891.7	766.0	1751.7	1495.2	2675.9	2271.5	V
Bazalt	2690.00	0.07	Lekerekített	343.5	281.3	462.8	372.2	547.0	434.6	O
Homokkő	2610.00	0.16	Szögletes	610.9	514.0	963.4	798.2	1245.6	1020.3	L
Miocén tufa	2170.00	0.17	Szögletes	**456.7**	378.8	**655.2**	533.8	801.1	644.8	S
Bazalt	2790.00	0.37	Szögletes	792.9	676.5	1428.3	1206.3	2026.2	1696.9	Á
Homokkő	2700.00	0.23	Lekerekített	**608.9**	512.2	**959.0**	794.4	1239.0	1014.6	G

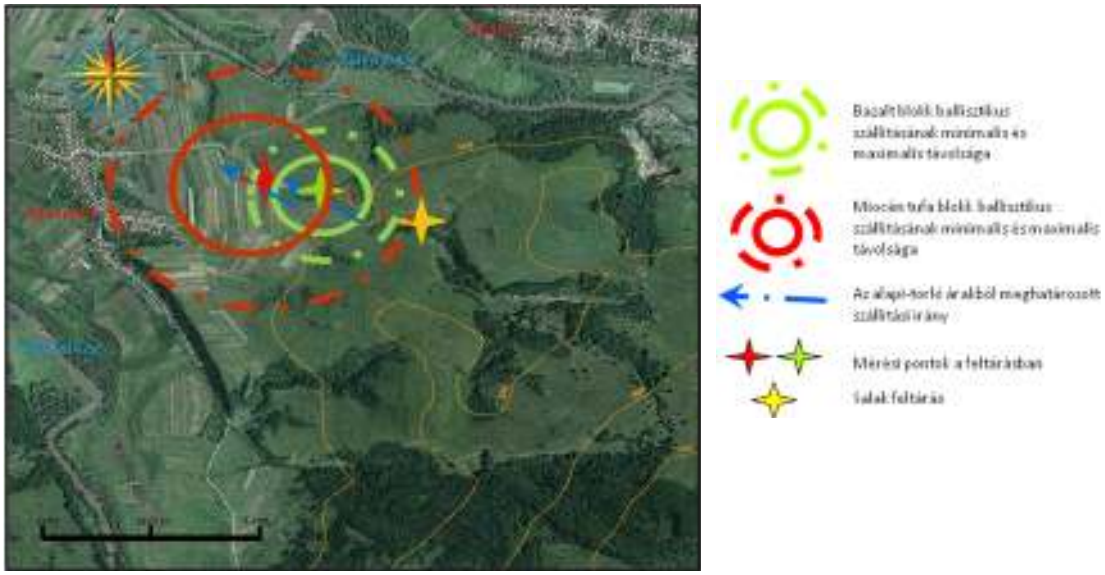
3. Eredmények és következtetések

A tanulmányozott piroklasztit feltárásban található alapi torlóár üledékek jellegzetességeinek értelmezésével megállapított szállítási irány azt mutatja, hogy a freatomagmás eredetű vulkáni anyag egy Mátéfalvától keletre található kitörési központból származik.

A majdnem szimmetrikus és szimmetrikus becsapódási nyomok, valamint az akcidentális blokkok nagy mérete azt jelzik, hogy a kitörési központ valahol a közelben van.

Az ***Eject!*** szimulációs program segítségével kiszámolt minimális és maximális balisztikai szállítási távolságok behatárolják azt a zónát, ahol a kitörési központ található. Egy bazalt-salak klasztokban gazdag piroklasztit feltárás jelenléte a feltételezett freatomagmás kitörési központ feltárás közelében megerősíti ezt a következtetést.

A bemutatott módszerek segítségével behatároltuk a Mátéfalvától keletre elhelyezkedő maar kitörési központot, ahogyan azt korábban is hasonlóképpen tettük további két maarközpont azonosításakor Olthévíz-Oltbogáta szomszédságában [1] [3] (1. ábra).



1. ábra: A mátéfalvi maar kitörési központ lokalizálása

Irodalom

[1] Panaiotu C.G., Jicha B. R., Singer B.S., Ţugui A., Seghedi I., Panaiotu A.G., Necula C. (2013), *40Ar/39Ar chronology and paleomagnetism of Quaternary basaltic lavas from the Perşani Mountines (East Carpathians)*, Physics of the Earth and Planetary Interiors

[2] Seghedi I., Szakács A. (1994), *Upper Pliocene to Quaternary volcanism in the Perşani Mountains*. Rom. J. Pertology, 76, p. 101-107

[3] Soós I., Vinkler A.P., Szakács A. (2004), *Searching for maar strucrures in the Perşani Mts., East Carpathians, Romania*. Second International Maar Conference, Hungary-Slovakia-Germany. Occasional papers of the Geological Institute of Hungary, vol. 203, p.92

[4] Németh K. şi Ulrike M. (July 12-15, 2001), *Practical Volcanology*, Published by the Geological Institute of Hungary

[5] Mastin L.G. (1995), A Simple Calculation of Ballistic Trajectories for Block Ejected During Volcanic Eruptions, U.S. Geological Survey Open- File Report 01-45, Version 1.

Vulcanoi kitörések bizonyítékai a Csomád tűzhányón

Evidence volcanic eruptions of volcanoes Csomád

LAJKÓ MIKLÓS

lajkom@stcable.net

Összefoglaló

A Pannon-medence 30 ezer évvel ezelőtt működött tűzhányóját, a Csomádot korábban már vizsgálták lemeztektonikai, kőzettani szempontból, amelyek alapján kitörési modell is készült. A tűzhányó környezetében fellelhető vulkáni produktumok közül a vulkáni bombák részletes vizsgálata nem történt meg e területen, mindössze terepi leírások, fényképek készültek, melyek során megemlítették az adott minták jelenlétét, de pontos laboratóriumi, petrográfiai vizsgálatok alá nem került a mintaanyag. A vulkáni bombákkal világviszonylatban is csak néhány tűzhányó esetében foglalkoztak kőzettani és geokémiai szempontból. A területről a kutatócsoport által begyűjtött kézipéldányok szolgáltak a vizsgálat alapjául, elemzési kiindulási pontként a más tűzhányókon végzett, kenyérhéjbombákra irányuló, vagy azt tartalmazó kutatási anyag szolgált. A begyűjtött, vulkáni bombáknak vélt mintaanyagot laboratóriumi körülmények között, petrográfiailag részletesen megvizsgáltam és dokumentáltam. A minták ezt követően elvágásra kerültek, belőlük vékonycsiszolat készült, amelyeket pásztázó elektronmikroszkópos módszerekkel vizsgálat alá helyeztem. A kapott mérési eredményeket, valamint a kézipéldányokon és vékonycsiszolatokon megfigyelt jelenségeket egymással összhangban ábrázoltam, dokumentáltam és elemeztem, a különböző módszerrel készült eredményeket korreláltam. A következtetéseket összevetettem a más tűzhányókon talált mintaanyaggal, valamint az adott tűzhányó esetében alkalmazott és használt kitörési modellekkel. A más tűzhányókon leírt kitörési mechanizmusokat összevetve a saját elképzelésemmel, felállítottam egy kitörési modellt a Csomád tűzhányóra vonatkozóan, amely során leírtam a minták kürtőben elfoglalt helyét a kitörést megelőzően. Ezt követően a saját elemzéseink, valamint a más tűzhányókon megfigyelt kitörési viselkedés alapján, a minták kitörés során időben elfoglalt helyét és szerepét is meghatároztuk. Az így előállt kürtőfelépítés és kitörési modell alapján igazolni tudtuk, hogy a Csomád vulkáni területen vulcanoi kitörések zajlottak, amelyek modellje korrelálható más, dácitos tűzhányókon megfigyelt, tapasztalt és vizsgált kitörési modellekkel és eseményekkel.

Abstract

The Pannonian Basin 30 thousand years ago, worked volcano, the Csomád, previously studied plate tectonics, petrological point of view, according to which breakout model is made. Found in the vicinity of the volcano, volcanic product of a detailed examination of the volcanic bombs were not done in this field, all field descriptions, photographs were taken, he mentioned that in the presence of specific patterns, but under precise laboratory and petrographic studies have not been material in the sample. Volcanic bombs are world only dealt with petrographic and geochemical point of view, in some volcano. The area hand specimens collected by the research team served as the basis for the investigation, analysis as a starting point for other volcanoes in research materials for bread crust bombs, or served with. The collected sample material deemed volcanic bombs in the laboratory petrographically examined and documented in detail. The samples were subsequently cutting the thin section made from them, are placed under a scanning electron microscopic examination procedures. The results obtained and the conclusions in hand specimen and thin section observed effects are represented with each other, I documented and analyzed I made a different method results correlated. The conclusions are compared with patterns found in other volcanoes and breakout models applied and used for a given volcano. Breaking mechanisms described in other volcanoes in all of my own ideas, I set up a model for the Csomád fire break out how many hours, which I described in the flue position of the samples prior to the eruption. Then, to determine their own analyzes and observed breakthrough behavior under the other volcanoes in eruption time, its place and role of the patterns. We were able to demonstrate on the basis of such a model was kürtőfelépítés and break the interchange area volcanoe volcanic eruptions took place, which correlate with other models, dácitos volcanoes observed, experienced and tested models and breaking events.

Vulkáni bombák a világ számos tűzhányójáról leírásra kerültek, mint repedezett, lekerekített formával rendelkező kőzetblokkok. Mint vulkáni produktumok, a vulcanói kitöréstípus indikátoraiként szerepelnek a szakirodalomban. A vizsgálatukra ennek ellenére nincs kialakult és meghatározott metódus, és részletes vizsgálat kevés tűzhányó esetében valósult meg. A Kárpát-medence esetében szintén leírásra kerültek repedezett vulkáni eredetű blokkok, azonban ezeknek a bombák közé való besorolása és részletes vizsgálata nem történt meg. A Csomád tűzhányó környezetében szintén dokumentálásra kerültek repedezett blokkok, amelyek egy részén készültek makroszkópos mérések. A Csomád tűzhányó vulkanológiai hátteréről sok információ szerepel a szakirodalomban, azonban vulkánói típusú kitörésekre nem találtak eddig bizonyítékot. A területről begyűjtött repedezett dácit blokkok vizsgálatára önálló metódust alkalmaztam, amely során új módszer is bevezetésre került. A mintákból vékonycsiszolat készült, amelyeket pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltunk.

1. Felszíni repedéshálózatok

A repedések szélessége nem egységes, még mintán belül sem. A repedések nem szükségszerűen fedik a minták teljes felületét.

„Ágas” szerkezet: Ennél a repedésrendszer fajtánál a repedések egy pontból indulnak ki, különböző irányokba (1.ábra).

Poligonális szerkezet: A repedések nem köthetőek egy adott kiindulási ponthoz. Egymást keresztezik, önmagukat metszhetik és önmagukba visszatérnek (2.ábra).

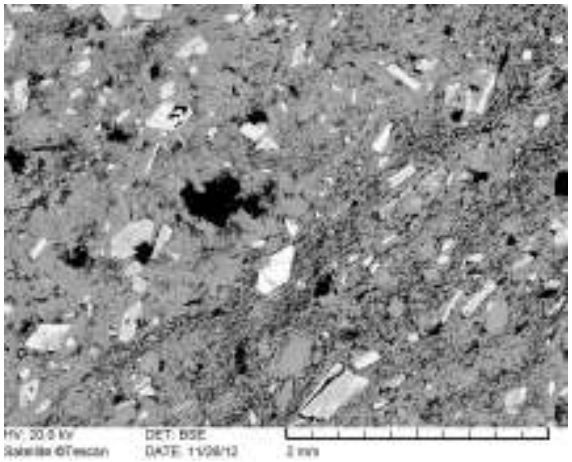
1. ábra: Ágas repedésrendszer

2. ábra: Poligonális repedésrendszer

2. Makroszkópos bélyegek

- Mag-perem szerkezetek: A felszínhez közeli részen sötét koncentrikus alapanyagú sáv található, a belső tartomány világos alapanyagú.
- Sávos szerkezetek: Sötét és világos sávos sávok váltakoznak síkszerű elrendeződésben.
- Foltos szerkezetek: Világos a teljes minta tömege, amelyben egy foltszerű megjelenés különíthető el.
- Világos sávos: A mintában világos sávok váltakoznak síkszerű elrendeződésben, sötét tartomány nem található.
- Sötét szerkezetek: A minta teljes tömege sötét tartományból áll.

3. Mikroszkópos vizsgálatok



A minták alapanyagát alkotó fő alkotórészek arányát, méretét, alakját vizsgáltam a makroszkópos csoportok mindegyikének esetében.

4. Konklúzió

A repedezett felszínű dácit blokkok, amelyek a Csomád tűzhányó oldalából a kutatás mintaanyagául szolgáltak, bizonyítottan vulkáni bombák. A Csomád erdélyi tűzhányón mindenképpen lezajlott legalább egy vulcanoi-típusú kitörés, amelynek produktumai az általam vizsgált bombák is. A Csomád tűzhányó vulcanoi kitörésének több mintája korrelálható más, dácitos tűzhányók mintaanyagával. Azonban megtalálható két mintacsoport, amelyet sehol, egyetlen tűzhányó esetében sem dokumentáltak korábban. A két mintacsoport óriási jelentőségű lehet a dácitos tűzhányók kitörési mechanizmusának modelljei esetében. Az említett mintacsoportok kürtőbeli elhelyezkedése és kitörésben játszott szerepe azért fontos, mert a vulcanoi típusú kitörésekre alkalmazott kitörési modellektől eltérő megjelenést mutatnak, amely tulajdonságok magma keveredést igazolhatnak.

A Kárpát-Pannon térség legfiatalabb tűzhányójának működése: utalás a hosszú ideig szunnyadó dácitos vulkánok természetére és a felújulás veszélyeire

The evolution of the youngest volcano in the Carpathian-Pannonian region: an indication of the nature of dacitic volcanoes latent for a long time and the risk of their renewal

KISS BALÁZS[1], HARANGI SZABOLCS[2]

[1]*MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport,*
geobalazs@gmail.com;
[2]*ELTE TTK Kőzettan-Geokémiai Tanszék, MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport,*
szabolcs.harangi@geology.elte.hu

A Kárpát-Pannon térség legfiatalabb tűzhányója a Csomád, amely a Kelemen-Görgény-Hargita Vulkáni Ív délkeleti elvégződésénél található. A tűzhányó egy lávadóm komplexum a központi részén két explóziós kráterrel, amelyeket a Mohos-láp és a Szent Anna tó tölt ki. A csomádi kráterek és az északi oldalán előforduló lávadómok morfológiája őrzi a fiatal vulkáni működés nyomait. A vulkáni működés két fő fázisra bontható. Az első fázis kb. 100-200 ezer évvel ezelőtt zajlott. Ebben a fázisban képződött a vulkáni felépítmény nagyobb része dagadókúpok felszínre türemkedésével. Az első fázist főként effuzív vulkáni működés jellemezte, amelyet részleges lávadóm összeomlások kísértek. Ezt követően megváltozott a vulkáni működés jellege. A második kitörési fázisban, 30-40 ezer évvel ezelőtt robbanásos kitörések jellemezték a vulkáni működést, de lávadóm kitüremkedés is zajlott. A második fázis során jöttek létre a kráterek subpliniuszi/pliniuszi típusú kitörések során, de emellett vulcanoi típusú kitörések is zajlottak. A legutolsó kitörés kb. 30 ezer évvel ezelőtt zajlott, ekkor jött létre a Szent-Anna kráter.

A kitöréseket kémiailag homogén, nagy K-tartalmú dácitos magmák táplálták, azonban számos bizonyíték igazolja (mafikus zárványok, nem egyensúlyi ásványszövetek, kevert ásványpopulációk), hogy a dácitok kialakulásában fontos szerepe volt magmakeveredésnek, ezért a petrogenetikai vizsgálatokban kiemelt szerepet kapott a fenokristályok nagyfelbontású, integrált ásványszöveti- és kémiai elemzése. A leggyakoribb fenokristályok a plagioklász, a hornblende és a biotit, emellett kvarc, szanidin, olivin, klinopiroxén és ortopiroxén van jelen. Az akcesszóriákat cirkon, titanit, apatit és allanit képviseli. Az opak ásványok 10-20 μm-es magnetit, ilmenit és kromit kristályok. A kőzetekben gyakran találunk különböző kristálycsomókat mindkét kitörési fázis magmáiban. A kristálycsomók két nagy csoportba sorolhatók (felzikus és mafikus kristálycsomók), méretük ~500 μm-től az ~1-2 cm-es nagyságig terjed. A felzikus kristálycsomókat plagiokász ± szanidin ± kvarc ± hornblende ± biotit ± titanit, ± apatit ± cirkon alkotja. Az centiméteres nagyságú felzikus kristálycsomók szövete a mélységi magmás kőzetekre jellemező hipidiomorf szemcsés szövet, azonban a szemcsék között hólyagüreges kőzetüveg is található. A termobarometriai számítások alapján a kristálycsomók ásványai szolidusz közeli hőmérsékleten (700-800°C) kristályosodtak a felsőkéregben (~10 km mélyen). A felzikus kristálycsomók tehát egy nagymértékben lehűlt és kikristályosodott dioritos/granodioritos magmát ún. kristálypépet képviselnek. A kőzetben megjelenő fenokristályok és akcesszóriák nagy része ebből a kristálypépből származik tehát antekristály. Egyes kristálycsomókban a plagioklász pereme erősen rezorbeált, szita szövetű,

amelyre egy vékony, anortitban és FeO-ban gazdagodott zóna növekedett. Az amfibolok pedig opacitisak és klinopiroxénből álló korona veszi körbe őket. Mindez arra utal, hogy a kitörés előtt erőteljes felfűtés érte a kristálypépet, ami friss magma benyomulását sejteti. A frissen benyomuló magma bazalt lehetett, amire több bizonyíték is utal. A kristálycsomók körüli mátrixban megjelenő amfibolok egy része markáns zónásságot mutat. Ezen amfibolok részletes vizsgálata igazolta, hogy a magjuk a kristálypépből származik, az ezt körülvevő vékony perem kémiai összetétele azonban teljesen más körülményeket jelez. A zónás amfibolok hőmérsékleti profiljai ~150-200°C-os hőmérsékletnövekedést sugallnak a perem irányába. Ilyen gyors és erőteljes felfűtést nagy hőmérsékletű, bazaltos magma benyomulása okozhat. A mafikus kristálycsomók további bizonyítékul szolgálnak mindehez. Ezen kristálycsomók magjában olivin ± klinopiroxén vagy ortopiroxén található. A kémiai összetételükre jellemző a nagy Mg-tartalom, ami alapján primitív bazaltos olvadékból kristályosodtak. Az olivin és az ortopiroxén körül finomszemcsés reakcióperem figyelhető meg, ami Si-gazdag olvadékkal történt reakciót jelez. Összefoglalva tehát a Csomád kitörései előtt a sekély magmatározót gyakran kitörésre képtelen, lehűlt, kristályos magma töltötte ki. Friss, forró, bazaltos magmabenyomulások azonban képesek voltak remobilizálni ezt a magmát és reaktiválni a tűzhányó tápláló rendszerét.

A csomádi dácit petrogenetikai modellje azt sejteti, hogy a dácitos tűzhányók magmatározó rendszere hosszabb szunnyadó periódust követően is képes lehet újra aktivizálódni. Mindez pedig teljesen új megvilágításba helyezi a Csomádon és környékén detektált geofizikia és geokémiai anomáliákat, amelyeket évtizedek óta a tűzhányó alatti „takaréklángon égő” magmás rendszer bizonyítékaként tartunk számon.

Kristálygazdag alkáli bazaltok jelentősége a monogenetikus vulkáni területeket tápláló magmák feláramlási történetének és sebességének megismerésében

Significance of crystal-rich alkaline basalts in revealing of the ascent history and rate of magmas feeding monogenetic volcanic fields

JANKOVICS M. ÉVA[1,*], DOBOSI GÁBOR[1,3], EMBEY-ISZTIN ANTAL[4], KISS BALÁZS[1], SÁGI TAMÁS[2], HARANGI SZABOLCS[1,2], THEODOROS NTAFLOS[5]

[1]*MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport*
[2]*ELTE TTK Kőzettan-Geokémiai Tanszék*
[3]*MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet*
[4]*Magyar Természettudományi Múzeum, Ásvány- és Kőzettár*
[5]*Department für Lithosphärenforschung, Universität Wien*
**jeva182@gmail.com*

Összefoglaló

A Pannon-medence nyugati részén található Bakony-Balaton-felvidéki Vulkáni Területen zajlott legutolsó kitörések során szokatlanul kristály- és xenolit-gazdag alkáli bazaltos magmák kerültek felszínre, melyek egyedülállóak a Kárpát-Pannon térség alkáli bazaltjai között, és hozzájuk hasonlók a Föld többi vulkáni mezőjén is ritkák. E sajátosságuknak köszönhetően egyedülálló bepillantást nyújtanak a bazaltos magmák feláramlási történetébe. Ezek a különleges bazaltos magmák két egymáshoz közeli vulkáni központot tápláltak: a Bondoró-hegyet (legfiatalabb kitörési egysége ~2,3 millió éves) és a Füzes-tó salakkúpot (~2,6 millió éves). A sokféle kristályban való rendkívüli gazdagságuknak köszönhetően egyedi kőzetszövettel és az eredeti magmaösszetételükhöz képest módosult teljes kőzet összetétellel (13,1-14,2 % MgO, 459-657 ppm Cr, 455-564 ppm Ni) jellemezhetők.

A nagy felbontású ásványszintű szöveti és kémiai vizsgálatokkal feltártuk, hogy e bazaltos magmáknak összetett feláramlási történetük van, és a bennük található ásványok nagy része (melyek az egyes kőzeteknek körülbelül 30 térfogat%-át teszik ki) idegen eredetű kristályokat képvisel, melyek a litoszféra különböző mélységű részeiből származnak. A legnagyobb mennyiségben előforduló xenokristályokat (olivin, ortopiroxén, színtelen klinopiroxén, spinell) a szubkontinentális litoszféraköpeny különböző régióiból hozták magukkal az alkáli bazaltos magmák. A klinopiroxén és spinell megakristályok pegmatitos erekből – szillekből származhatnak, melyek valószínűleg a kéreg-köpeny határ közelében korábban megrekedt és kikristályosodott magmákat képviselhetnek. A zöld klinopiroxének az alsó kéregbeli mafikus granulitokból eredeztethetők. A hordozó alkáli bazaltos magmákból in situ kristályosodott ásványfázisok (olivin króm-spinell zárványokkal, klinopiroxén, plagioklász, Fe-Ti-oxidok) csak mikrofenokristályokként és az idegen kristályok körüli ránövekedésként jelennek meg.

E bazaltokban túlnyomórészt peridotitokból, valamint mafikus granulitokból származó fragmentumok és ásványok fordulnak elő. Ezeknek az idegen eredetű anyagoknak a rendkívül nagy mennyisége arra utal, hogy a litoszféraköpenyben és az alsó kéregben nagyon hatékony interakció zajlódhatott a feláramló magmák és a falkőzetek között. Azonban a vizsgált bazaltok nem tartalmaznak olyan idegen eredetű ásványokat és xenolitokat, melyek a kéreg középső és felső részéből származnak. Ez alapján arra következtethetünk, hogy változás történt a magmafeláramlás jellegében (és esetleg sebességében is) a kéregben.

A xenokristályok változatos nem-egyensúlyi szöveteket mutatnak, amelyek elemzésével megbecsűltük a bazaltos magmában eltöltött idejüket. Ennek segítségével megkaptuk, hogy körülbelül mennyi idő alatt érhették el a magmák a felszínt. A vizsgált xenokristály- és xenolitgazdag bazaltok így jó lehetőséget adnak arra, hogy többféle módon megbecsűljük a magmafelemelkedési sebességet, ami az egyik legfontosabb paraméter a monogenetikus vulkáni mezőkön zajló veszély-előrejelzésben. A becsűlt feláramlási sebességértékek alapján a bondorói és füzes-tói alkáli bazaltos magmák néhány napon belül érhették el a felszínt. Ezek az eredmények hasonlók a Pannon-medencében ismert korábbi magmafelemelkedési sebesség becslésekhez, amelyeket ''normális" (kristályokban és xenolitokban szegény) alkáli bazaltokra számoltak.

Kulcsszavak

Alkáli bazalt, feláramlási történet, kristálygazdag, magmafeláramlási sebesség, monogenetikus vulkanizmus, xenokristály, xenolit

Abstract

The last eruptions of the monogenetic Bakony-Balaton Highland Volcanic Field (western Pannonian Basin, Hungary) produced unusually crystal- and xenolith-rich alkaline basalts which are unique among the alkaline basalts of the Carpathian-Pannonian Region. Similar alkaline basalts are only rarely known in other volcanic fields of the world. These special basaltic magmas fed the eruptions of two closely located volcanic centres: the Bondoró-hegy and the Füzes-tó scoria cone. Their uncommon enrichment in diverse crystals produced unique rock textures and modified original magma compositions (13.1-14.2 wt.% MgO, 459-657 ppm Cr, 455-564 ppm Ni contents).

Detailed mineral-scale textural and chemical analyses revealed that the Bondoró-hegy and Füzes-tó alkaline basaltic magmas have a complex ascent history, and that most of their minerals (~30 vol.% of the rocks) represent foreign crystals derived from different levels of the underlying lithosphere. The most abundant xenocrysts, olivine, orthopyroxene, clinopyroxene and spinel, were incorporated from different regions and rock types of the subcontinental lithospheric mantle. Megacrysts of clinopyroxene and spinel could have originated from pegmatitic veins / sills which probably represent magmas crystallized near the crust-mantle boundary. Green clinopyroxene xenocrysts could have been derived from lower crustal mafic granulites. Minerals that crystallized in situ from the alkaline basaltic melts (olivine with Cr-spinel inclusions, clinopyroxene, plagioclase, Fe-Ti oxides) are only represented by microphenocrysts and overgrowths on the foreign crystals.

The vast amount of peridotitic (most common) and mafic granulitic materials indicates a highly effective interaction between the ascending magmas and wall rocks at lithospheric mantle and lower crustal levels. However, fragments from the middle and upper crust are absent from the studied basalts, suggesting a change in the style (and possibly rate) of magma ascent in the crust. These xenocryst- and xenolith-rich basalts yield divers tools for estimating magma ascent rate that is important for hazard forecasting in monogenetic volcanic fields. According to the estimated ascent rates, the Bondoró-hegy and Füzes-tó alkaline basaltic magmas could have reached the surface within hours to few days, similarly to the estimates for other eruptive centres in the Pannonian Basin which were fed by "normal" (crystal- and xenolith-poor) alkaline basalts.

Keywords

Alkaline basalt, ascent history, crystal-rich, magma ascent rate, monogenetic volcanism, xenocryst, xenolith

A Nógrád-Selmec monogenetikus vulkáni terület alkáli bazaltos kőzeteinek petrogenezise

The petrogenesis of the alkaline-basaltic rocks of the Nógrád-Selmec monogenetic volcanic area

SÁGI TAMÁS, HARANGI SZABOLCS

ELTE TTK FFI Kőzettan-Geokémiai Tanszék
MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport
cseregle@gmail.com

Kulcsszavak

Alkáli bazalt, Nógrád-Selmec, krómspinell, köpenyheterogenitás

A Nógrád-Selmec Vulkáni Terület neogén alkáli bazaltos képződményei a monogenetikus vulkáni mezők szempontjából meglehetősen tág időintervallumban képződtek, a legidősebb kőzetek mintegy 7-6,4 millió éve, míg a legfiatalabbak alig több mint százezer évesek (a Putikov Vŕšok vulkán, mely a legfiatalabb bazaltos képződmény az egész Kárpát-Pannon Térségben). A vulkáni működés hét fő szakaszra bontható (Konečný et al. 2002) [1]. Kutatásaink során igyekeztünk a vulkanizmus összes szakaszának képződményeit vizsgálni. A kőzeteken részletes ásványkémiai és szöveti vizsgálatokat végeztünk, melyek jóval többet elárulnak a teljes kőzetösszetételnél.

A vizsgált minták főképp tefritek-bazanitok, de van köztük trachibazalt és fonotefrit is. Zömük olivin-fíros, de többségük jelentős mennyiségű klinopiroxént is tartalmaz, két lelőhely kőzetei kaersutitot és rhönitet is. Mindegyikben található titanomagnetit és plagioklász, a legtöbben nefelin is. Ilmenit két nógrádi és egy selmeci mintában fordul elő.

A legfontosabb vizsgált ásványok az olivinek és a bennük zárványként megjelenő krómspinellek voltak. Ezek a magmából legkorábban kivált, ún. likvidusz fázisok, fontos információkkal szolgálnak szülőmagmájukról, annak keletkezéséről, forrásrégiójáról.

A spinellek általában meglehetősen primitívek, kivéve a legfiatalabb bazaltokban előfordulókat. Nagyon változatos összetételűek, többségük a MORB-spinellekhez hasonló (cr# : 15-40), de a legfiatalabb bazaltokban található spinellek az OIB-okban előfordulókkal mutatnak rokonságot (cr#: ~60). A nógrád-selmeci krómspinellek összetétele a legváltozatosabb az egész Kárpát-Pannon Térségben, gyakorlatilag a többi lelőhely együttes változékonyságával megegyező, ami rendkívül heterogén forráskőzetre utal.

Az olivinek és spinellek után az összes kőzet esetében klinopiroxének váltak ki a magmából még a MOHO alatt, azonban két nógrádi lelőhely esetében (melyek egyben a legdifferenciáltabb alkáli bazaltos képződmények a térségben) egy második klinopiroxén generáció is megjelent. Ezek a piroxének már javarészt a MOHO felett kristályosodtak. A legfejlettebb kőzetek kaersutit kristályokat is tartalmaznak, melyek a második generációs piroxénekkel együtt kristályosodtak. Legvégül plagioklász (főleg labradorit, bytownit), nefelin és oxidok (titanomagnetit és ilmenit) váltak ki a magmából. Az olvadékok

felemelkedése során az amfibolok peremén széles opacitos szegély alakult ki nagyméretű (50-100 mikron) rhönit kristályokkal.

Az oxidfázisok alapján a legtöbb kőzet hasonló oxidáltságú olvadékból keletkezett, kivéve a valamivel reduktívabb selmecbányai- és az oxidatívabb putikov vŕšok-i olvadékokat. Ez utóbbi lelőhelyen extrém oxidált kőzetek is előfordulnak, ez azonban a kitöréshez kapcsolódó folyamatokhoz köthető.

A nógrádi kőzetek szülőmagmája nyomelemtartalmuk alapján kismértékű (1-2%) olvadással keletkezett spinell lherzolitból. A selmeci minták (Selmecbánya, Putikov Vŕšok) esetében az olvadás a spinell- és a gránát lherzolit határán ment végbe és ugyanúgy kismértékű volt. A köpeny potenciális hőmérséklete a keleti (nógrádi) területek alatt az átlagosnak megfelelő 1200-1300ºC, a nyugati (selmeci) területek alatt valamivel magasabb, mintegy 1400ºC.

Jelenleg a térség alatt 75 km-rel egy csökkent sebességű zóna található, a felszíni hőáram is kiugróan magas, a Pannon-medence belső területeihez hasonló. A legutolsó kitörés helyszíne jelenleg is aktív törésvonalak metszésében található. Az utolsó kitörések során a jelenlegihez nagyon hasonló volt a geodinamikai helyzet, tehát nem zárható ki a vulkáni működés felújulása sem.

Irodalom

[1] Konečný V., Balogh K., Orliczky O., Lexa J. & Vass D. (2002): Evolution of the Neogene-Quaternary alkali basalt volcanism in Central and Souther Slovakia (West Carpathians). – In: Michalík J., Šimon L. & Vozár J. (eds.): Proceedings of the 15th Congress of the Carpatho-Balcan Association, CD ROM: 53.

A Kaszonyi-hegy kőzettana és geokémiája

Petrology and geochemistry of Kaszony-hill

SZEPESI JÁNOS[1], KOZÁK MIKLÓS[2]

[1]*MTA-ELTE Vulkanológiai kutatócsoport, 1117 Budapest Pázmány sétány 1/C.*
szepeja@gmail.com
[2]*Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszék, Debreceni Egyetem 4100 Egyetem tér 1.*
kozak.miklos@science.unideb.hu

Összefoglaló

Az Alföld ÉK-i szegélyén a Beregi síkság fluviális és eolikus erózió alakította felszínéből szigetszerűen emelkedik ki a Kaszonyi-hegy szarmata korú tömege. Anyagát az eddigi kutatások során riolit lávaként definiálták. A vulkanológiai és kőzettani vizsgálatok alapján egy erősen összesült ignimbrit takaró maradványa, amelyben jól tanulmányozhatók a viszkózus tufaár mozgási és hűlési szerkezeti elemei. A Kaszonyi-hegy kőzetanyagát tápláló savanyú magmatározó több szempontból is egyedi kőzetet hozott létre Az ásványi összetétel alapján vitrofíros szövetű, ortopiroxén tartalmú plagioklász riolit geokémiai jellegét tekintve a mészalkáli sorozatot képviseli. Az SiO_2 tartalom növekedésével a nyom- (Rb, Ba, Th, Pb) és ritkaföld-elemkoncentrációk jelentősen emelkedtek, de regionális összehasonlításban alacsonyak. Végső összetételét a heterogén köpenyanyag megolvadása után a felső kéregbeli frakcionációs- és asszimilációs folyamatok alakították ki, melyek szakaszosságát a plagioklászok rezorpciója, savanyodása, zónás továbbnövekedése jelzi. A hipersztének bontottsága is az olvadék-kristály egyensúly megszűnésére utal.

Kulcsszavak

Riolit, ignimbrit, összesülés, mészalkáli, frakcionált krisztallizáció

Abstract

The 221 m high, island-like Sarmatian age Kaszony hill emerge from the fluvial and aeolian erosion formed surface of the Bereg Plain along the Ukrainian border. The rocks were defined as rhyolite in the previous research. Based on our volcanological and petrographic studies the hill is remain of a strongly welded ignimbrite flow with characteristic moving and cooling structural components in the outcrops. The rocks were classified as orthopyroxene bearing plagioclase rhyolite with vitrophyric texture and represent the calc-alcaline series.The feeder acid magmachamber of the hill created a unique rock in many ways. The trace (Rb Ba, Th, Pb) and rare earth elements concentrations were increased with the higher SiO_2 contents but low in regional comparison. After the melting of heterogenous mantle source, the final composition was developed by discontinous fractional crystallization and assimilation processes in the upper crust with resorption, acidification and zonal growth of the plagioclases. The termination of the melt-crystal balance also indicated by the alteration of orthopyroxenes.

Keywords

Riolit, ignimbrite, welding, calc-alcaline, fractional crystallization

Bevezető

Az Alföld ÉK-i szegélyén átlagosan 110 m tszf. magasságú Beregi síkság fluviális és eolikus erózió alakította felszínéből szigetszerűen emelkedik ki a Kaszonyi-hegy 221 m magas, lenyesett felszínű tömege. Genetikailag és topográfiailag szoros egységet alkot a tőle É-ra elhelyezkedő Zápszonyi-heggyel. Közvetlen aljzatát a Barabás–1 furás által feltárt [5] szarma-

ta korú riolit ártufa alkotja. A korábbi fiatalabb koradatokkal szemben (11,3±0,6 millió év[12]), a kárpátaljai belső vulkáni öv újabb K/Ar vizsgálatai ennél idősebb kort jeleztek (12,7 millió év [10]). Az eddigi kutatások során riolit lávaként definiált kőzet a morfológia és szerkezeti elemek alapján egy ignimbrit takaró maradványa, amelynek a völgyekben mozgó összesült, lávaszerű részei radiális gerincek formájában őrződtek meg. Ezekbe a magyarországi oldalon két kőfejtő mélyül, amelyekben nagyon jól tanulmányozhatók a viszkózus „láva"ár mozgási és hűlési szerkezeti elemei.

Kőzeteivel először Richthofen [9] foglalkozott. A Kaszonyi- és a Zápszonyi-hegyeket „Kaszonyi-szigetként" írta le, és az egyetlen felépítő kőzetként a litoidos riolitot említi. Az ukrán-magyar határmenti vulkáni képződményeket legrészletesebben Kulcsár vizsgálta [3][4][5]. Áttekintette az ukrán szakirodalmat [6][7] és saját kutatási eredményeivel párhuzamosítva írta le a neogén vulkáni képződményeket és a kapcsolódó metaszomatikus- hidrotermális folyamatokat. Az újabb ukrán kutatások csak a Beregszászi Au-Ag (Pb-Zn) ércesedés területével foglalkoztak részletesen [2][13]. Phd. kutató munkám keretében elkészítettem a több kőfejtővel is feltárt „láva"árak mozgási-hűlési rekonstrukcióját [11]. A vékonycsiszolat vizsgálatok során modális analízissel határoztuk meg a kőzetváltozatok ásványos összetételét. A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet geokémiai laboratóriumában készült fő- (ICP-OES), nyom- és ritkaföld (ICP-MS) elemsort az összehasonlító geokémiai jellemzéshez használtuk fel [10][11].

1. Földtani háttér

Kárpátalja vulkáni területén a flis övezettől az Alföld felé haladva 3 fő vulkáni zóna különíthető el [10]: a külső (andezit rétegvulkánok), közbenső (andezit dácit lávadómok) és a dominánsan savanyú, de széles geokémiai spektrumot átfogó (bazalt-riolit) belső zóna. A Kaszonyi-hegy területe az utóbbihoz tartozik, amely a Közép-Tiszamenti Süllyedék és a Kárpátaljai Belső Süllyedék szerkezeti egység érintkezési zónájában helyezkedik el [4]. Míg az Alföld ÉK-i részén az ÉK-DNy-i szerkezeti irányok dominálnak, a határ mentén már az ÉNy-DK irányú törések válnak uralkodóvá.

Az alaphegységre csak a vulkanitok zárványaiból és a határon túli fúrások eredményeiből következtethetünk, mivel a magyar oldalon már a vulkanotektonikus depresszió területén mélyült Gelénes–1 fúrás (2002 m) is csak bádeni korú képződményekben állt meg (perlit, ártufa). A Beregszászi-dombvidéken, a Derekaszeg–1 fúrás 744 m mélységben érte el az alaphegységet. A geofizikai adatok a Kaszonyi-Bégányi-hegy területén 1000 m mélységben valószínűsítik. Az ártufák, összesült ignimbritek és riolit lávák (12,8-12,2 millió év [10]) valószínűleg egy nagyméretű paleokaldera szerkezethez kapcsolódnak, melynek aljzata a beszakadással blokkosan feldarabolódott és egyenlőtlenül megsüllyedt. A kialkult K-Ny, É-D és ÉK-DNy csapású töréshálózat mentén [13] a vulkanizmust jelentős posztvulkáni hatások követték alunitosodást, kaolinosodást, kovásodást okozva. A bégányi és a beregszászi területen a mélyebb szinteken teléres, eres-hintett jellegű Au-polimetallikus ércesedés jelentkezett. A vulkanizmust andezites-dacitos (10,5 millió év, Tarpa [10]) képződmények zárták.

2. Az összesült ignimbrit takaró

Az erősen összesült ignimbrit takaró felhalmozódása magas hőmérsékletű piroklaszt árból valószínűsíthető [1], amelyben az újraolvadás a nagy részecske koncentrációjú bázis övtől indulva terjedt tovább a külső zónák felé egy lávaszerűen viselkedő olvadékot hozva létre. A

kitörés befejeződése után a lejtőn továbbmozgó anyagban a lávaárakra jellemző szerkezeti elemek jöttek létre (oszloposság, folyásos szövet, rámpa struktúra).

A Kaszonyi-hegy gerincei ma mintegy 100-120 méterrel magasodnak a Beregi-síkság ártéri üledékei fölé. Az olvadék térfoglalása az egyenetlen tufatérszín mélyedéseiben, völgyeiben haladt előre. A megszilárdulást a lazább tufaanyag lepusztulásával morfológiai inverzió követte. A szerkezeti elemek elrendeződése alapján a lávaszerű anyag homlokfrontja erős kompresszió alatt állt (mélyedés vagy terepakadály), ami a peremi részletek megtorlódását, vékonypados-blokkos elválását eredményezte (rámpa szerkezet). A padvastagság 30-50 cm, a megtorlódott részeken kisebb flexúra szerű lávaredők is kialakultak.

Az ignimbrit ár keresztmetszetét vizsgálva megállapítható, hogy az erózió teljes egészében eltávolította a külső üveges, kevésbé összesült zónákat és a hólyagüregekben (litofízákban) gazdag felső szintjéig jutott. A megdermedés stádiumában képződött jellegzetes szerkezeti elem az oszloposság, ezek átmérője a peremek felé haladva csökken (1-5 m). A függőlegestől mindinkább eltérő, a folyás irányától kifelé hajló megjelenés a paleomorfológia okozta falhatás következménye. A tufa zárványok gyakorisága az aljzat közelségére utal. A térfoglalás elején a hidegebb tufa és a forró láva érintkezésén fellépő hűtőhatás következményeként pár méter vastag üveges szegély képződött, amely az utólagos vízfelvétel eredményeként perlitesedett.

3. Az ignimbrit kőzettana és geokémiája

A Kaszonyi-hegy kőzetváltozatait a korábbi kutatások riolitként definiálták [3][4][5][9][12]. A vékonycsiszolatok modális analízise alapján *vitrofíros szövetű, piroxén tartalmú plagioklász riolit* ($plg_{An42-53}$:6,7%, q:4% opx:1%, szan, bi:<1% [11]). Fenokristály generációi a magmakamrában lezajlott többszakaszú olvadékfejlődést tükrözik. Az asszimilációs- és kontaminációs folyamatok befolyásolta differenciáció szakaszosságát a plagioklászok rezorpciója, savanyodása, zónás továbbnövekedése jelzi. Az ortopiroxének bontottsága is az olvadék-kristály egyensúly megszűnésére utal. Az alapanyag alkália tartalmának növekedését a krisztallizáció végső stádiumában szanidin mikrofenokristályok nukleációja jelzi. A lamináris áramlás eredményeképpen uralkodó a folyásos-sávos (mm-cm) megjelenés, melyet a sötétebb üveges és a világosabb mikrokristályos sávok váltakozása rajzol ki. A durvább szemcseméretű sávokban a típusos savanyú lávákra nem jellemző mennyiségű a kvarc jelenléte, a szorosan illeszkedő kristályok modális aránya a 4%-ot is meghaladta, amit a külföldi ignimbrit analógiák horzsakő reliktumként értelmeznek [8]. Gazdag zárványanyaga a korábbi krisztallizációs folyamatokról (porfíros andezit), a kürtőfal és a felszín anyagairól (portufa) egyaránt szolgáltat információt.

A kőzet jellemző szerkezeti elemei a hólyagüregek, melyek alakját a helyi illónyomás, a lávatömeg súlya és a lávatömeg mozgásából adódó nyíróerők befolyásolták, lapultságot és változó mértékű elvonszolódást eredményezve. Fölfelé haladva a fluidális megjelenés fokozatos megszűnésével a litofízák rendezettsége, zártsága, lapultsága csökken, méretük fokozatosan növekszik (2-4 cm – 6-8 cm). A hólyagüregek falán a leggyakoribb trigonális, prizmás kvarc (2-8 mm) mellett táblás biotit (1-2 mm) és oktaéderes magnetit (<1 mm) figyelhető meg. Karbonátos alaphegységre utal a kalcitos üregkitöltések jelenléte. A kitöréssel egyidejű illóvándorlás erőteljes kaolinosodást idézett elő (Tipet-gerinc, kőfejtő ÉNy-i rész), amely az alapanyag kifakulásával és a fenokristályok elbontásával járt együtt.

A magyarországi savanyú lávákkal összehasonlítva geokémiai jellegét a plagioklásztartalommal összhangban álló nagy Ca-, Ba-, hipersztén- és magnetit tartalommal korreláló Fe_2O_3, MgO és az alacsony K_2O/Na_2O arány határozza meg. A minták a TAS diagramban még egyértelműen riolitként definiálhatók, de az R_1-R_2 diagramon már a riodácit mezőbe estek. Az SiO_2-K_2O diagramon a mészalkáli szériát képviselik, szemben a többi hazai riolit előfordulással (magas K tartalmú mészalkáli sorozat).

A kárpátaljai belső zóna kőzeteinek nyomelem- és ritkaföld mintázata a bazalttól a savanyú vulkanitokig folyamatos dúsulást mutat (Rb, Ba, Th, Pb, könnyű ritkaföldek), de a tokaji-hegységi, mátrai előfordulásokkal összehasonlítva a riolitok esetében még így is legalacsonyabb elemkoncentrációkat adja. A plagioklász kristályosodásnak köszönhetően kicsi a Sr (130 ppm) és az Eu koncentrációja (Eu/Eu*: 0,72), szintén jelentősen elmaradva a Tokaji-hegységi minimumoktól (Tokaj-Lebuj: Sr: 12 ppm, Eu/Eu*: 0,1). A könnyű ritkaföldek dúsulása relatíve jelentős (La/Yb_N: 8,1, Tokaji-hg: 15-20), az egyenletes nehéz ritkaföld koncentrációkhoz képest. A kárpátaljai vulkáni öv petrogenetikai modellje alapján [10] az alábukó kőzetlemezből származó komponensek (fluidumok és üledék) megváltoztatták a köpenyék összetételét. Az olvadást a kompressziós környezetben egyre meredekebbé váló szubdukciót követő forró asztenoszférikus köpenyanyag beáramlása váltotta ki. Ezt a képet a medence felé haladva az ív mögötti régióban a kéregblokkok rotációjához kapcsolódó dekompressziós olvadási folyamatok tették bonyolultabbá. A köpenyanyag megolvadása után (3-8% szubdukálódott üledék komponens mellett) a végső összetételt a felső kéregbeli frakcionált krisztallizációs és asszimilációs folyamatok (5%) alakították ki.

Irodalom

[1] Branney M. J & Kokelaar P. 1992 A reappraisal of ignimbrite emplacement: progressive aggradation and changes from particulate to non-particulate flow during emplacement of high-grade ignimbrite Bullettin of Volcanology 54. p. 504-520.

[2] Emetz A.-V 2001 Au-Ag-Pb-Zn ore field (Intercarpathian): ore review and genesis in Piestrzynsk et al (eds) 2001 Mineral deposits at the Beginning of the 21st Century p. 523-526.

[3] Kulcsár L 1943 A mezőkaszonyi szigetvulkánok. – különlenyomat a „TISIA" VI. kötetéből, Debrecen p. 1-23

[4] Kulcsár L. 1968 A magyar-szovjet határmenti vulkánosság a legújabb szovjet és hazai kutatások tükrében. – Acta Geographica Debrecina 14. (7) p. 143-160

[5] Kulcsár L. 1976: A Tarpa-Barabás környéki felszíni vulkanitok és a Barabás-1. fúrás anyagvizsgálati eredményeinek kiértékelése. – Kézirat Kossuth Lajos Tudományegyetem Ásvány és Földtani Tanszék p. 1-151.

[6] Lazarenko E.A. 1963. Mineralogia Zakarpatja – Izd. Lvovsz. Univ. 1-614.

[7] Maleev E. F. 1964 Neogenovüj vulkanizm Zakarpatja Nauka, Moszkva p. 54-60.

[8] McPhie J. – Doyle M. – Allen R. 1993. Volcanic textures, a guide to interpretation of textures in volcanic rocks CODES key centre University of Tasmania p. 1-211.

[9] Richthofen F. 1860 Studie aus dem ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirgen. – Jahrbuch des. Kaiserliches und königliches Geologisches Reichsanstalt 11. p. 153-278

[10] Seghedi, I. – Downes, H. - Pecskay Z. –Thirlwall, M. F. - Szakacs A. – Prychodko, M. - Mattey D. 2001 Magmagenesis in a subduction-related post collisional volcanic arc segment The Ukrainian Carpathians. – Lithos 57. p. 237–262

[11] Szepesi J. 2009 A savanyú vulkanizmus fáciestani vizsgálata ÉK-Magyarországon doktori (PhD) értekezés Debreceni Egyetem Természettudományi Doktori Tanács, Földtudományi Doktori Iskola p. 1-212

[12] Székyné-Fux V. - Pécskay Z. - Balogh K. 1987 Észak- és Közép-Tiszántúl fedett miocén vulkanitjai és K/Ar kronológiájuk – Földtani Közlöny 117. p. 223-235

[13] Vytik, M.O. – Krouse H.R. – Skakum, L.Z. 1994. Fluid evolution and mineral formation in the Beregovo gold-base metal deposits, Transcarpathia, Ukraine. Economic Geology 80. p. 547-585.

Nikkel-laterit képződmények ásványtani-geokémiai vizsgálata (Kastoria, Görögország)

Geochemical and mineralogical analysis of nickel laterites (Kastoria, Greece)

HAJDU ISTVÁN

Miskolci Egyetem, Ásványtani-Földtani Intézet
istvanhajdu87@gmail.com

Összefoglaló

Napjainkban a Föld nikkel erőforrásainak ~70%-a laterites ércesedések formájában található meg, viszont az elsődleges termelés mindössze ~40%-át teszi ki. A szulfidos előfordulások kimerülésének következtében a közeljövőben a nagymennyiségű, trópusi, szubtrópusi mállási folyamatok során kialakult, laterit típusú telepek fogják betölteni az elsődleges nikkel források szerepét. Kutatásuk, jobb megismerésük ezért fontos a nyersanyagtermelés számára.

2012 nyarán lehetőség nyílt egy tanulmányút megvalósítására a Görögország északi részén található Kastoriába, az athéni székhelyű LARCO G.M.M.S.A. Ni-érc termelő bányászati vállalat jóvoltából. A szakmai út célja a napjainkban egyre fontosabb nikkel-laterit telepek jellemzőinek, képződésének jobb megismerése. Az érc ún. „in situ" típusú, mely felső-jura−alsó-kréta szerpentinesedett, ultramafikus ofiolit sorozat kőzetein fejlődött ki.

A kutatás egy, a Kastoria Mineshoz tartozó bányarész, a Koukos lateritprofiljának ásványtani és geokémiai vizsgálatára irányul. Az előzetes ismeretek és a kapott eredmények alapján az ércesedésre jellemző egyedi mállási profil meghatározása mellett az ércesedés geokémiai fejlődési szakaszait összefoglaló modell megalkotása képezte a vizsgálat további részét.

Kulcsszavak

Görögország, nikkel, laterit, ásványtan, geokémia, lateritprofil, ofiolit

Abstract

About the 70% of global nickel production can be derived from the laterite nickel deposits and the further growth is expected to come also from this type of nickel ores. Greece is one of those countries which has some significant laterite nickel deposits in Europe, moreover the Greek LARCO G.M.M.S.A. is one of the largest ferronickel producers in the world and the only one in Europe which produces ferronickel from its own deposits. The theme of the paper based on the summer internship in Kastoria, Greece in July 2012.

The area of study is the Kastoria Mines, located nearby Kastoria township, in northern Greece where the nickel deposits developed „in situ" on Upper Jurassic–Lower Cretaceous serpentinized ultramafic ophiolites showing close relation to the other nickel bearing deposits of the world. To better understand the process of nickel laterite formation the Koukos paleodeposit within the Kastoria Mines was studied and its mineralogical and geochemical characteristics established.

The purpose of the examination is to present the results of my mineralogical and geochemical analysis and by that way to contribute to the understanding of the weathering process resulted in zonal separation of the elements in the profile of the Koukos deposit. Following the summarizing and evaluation of the results were edited the unique laterite weathering profile and the flowsheet of the geochemical evolution of the Koukos site.

Keywords

Greece, nickel, laterite, mineralogy, geochemistry, lateriteprofile, ophiolite, nickel deposit

Bevezetés

Külső, felszíni eredetű ércképző folyamatokban, így a reziduális ércképződés során az oldható elemek kioldódnak, az oldhatatlanok feldúsulnak a málladékban, ehhez a típushoz köthető a Ni-lateritek képződése. A feldúsulás a laterit profilokban főképpen olivinből vagy szerpentinből származik [1]. A laterites érctípusok képződését a trópusi mállás (lateritizáció) határozza meg, ami a vastagság, az osztályozottság, az érc kémiai és ásványtani megjelenésének nagy változatosságát produkálja. A folyamat során az óceáni aljzat szerkezetileg irányított, kiterjedt vagy lokális szerpentinizáción keresztülment ultrabázisos kőzetei alakulnak át. Az alapkőzet strukturális jellege, valamint kémiai és ásványtani változatossága egyedi laterit mállási profilokhoz vezetnek [2].

1. A kutatási terület bemutatása

1. ábra: A kutatási terület elhelyezkedése

1.1. A kutatási terület földrajzi elhelyezkedése

A kutatási terület a Balkán-félszigeten, Görögország északi részén helyezkedik el, Nyugat-Macedónia régióban, Kastoria városától 25 km-re ÉNy-ra, az albán határtól pedig 15 km-re K-e (1. ábra). A térséget a Hellenidákhoz tartozó, „Görögország gerince”, a Pindosz-hegység északi vonulatai uralják.

1.2. Regionális geológia

240 és 220 millió évvel ezelőtt a Paleotethys É-i irányú szubdukciója váltotta ki az ív mögötti medencék kinyílását az Eurázsiai lemez szegélyén. A késő-triász – kora-jura során jött létre az a szegélytenger, amely előidézte a Dinaridák ofiolitos medence és ennek folytatásaként értelmezett Mirdita-Pindosz ofiolitos medence kialakulását. A középső-jura során a Dinaridák-Mirdita-Pindosz óceáni medence elkezdett bezáródni a korábbi extenziós rendszer tektonikus inverziójával, amelyet az ofiolitos egységek obdukciója jelez. A késő-jurában a Dinaridák és a Mirdita-Pindosz medencék bezáródtak, maradványaik az Adriai-lemez szegélyébe épültek, mint a Dinaridák ofiolit öv és déli folytatásaként a Mirdita-Pindosz ofiolit öv. A bezáródást követően a reliktumokat titon-valangini transzgresszív sekélytengeri üledékek fedték be [3]. A kutatási terület a Hellenidák takarós rendszerében a Pindosz óceáni terrénum részét képezi és a Mirdita-Szubpelagóniai ofiolitos zónában, a Pindosz ofiolit komplexumban található.

1.3. Paleogeográfia, paleoklíma és lateritképződés

Az ősföldrajzi modellek szerint a terület megközelítőleg 20°-os, É-felé történő vándorlást mutat a jurától napjainkig, mindemellett rotációs és laterális elmozdulások is történtek. A mezo- és kainozoikum éghajlatának változásait követve, a lateritképződés klimatikus feltételei, a meleg és nedves klíma szezonálisan magas csapadékmennyiséggel a

középső-miocénig biztosította a legideálisabb körülményeket kisebb szünetekkel [4]. Kastoria térségében a lateritizáció a középső-krétától a kréta időszak végéig zajlott.

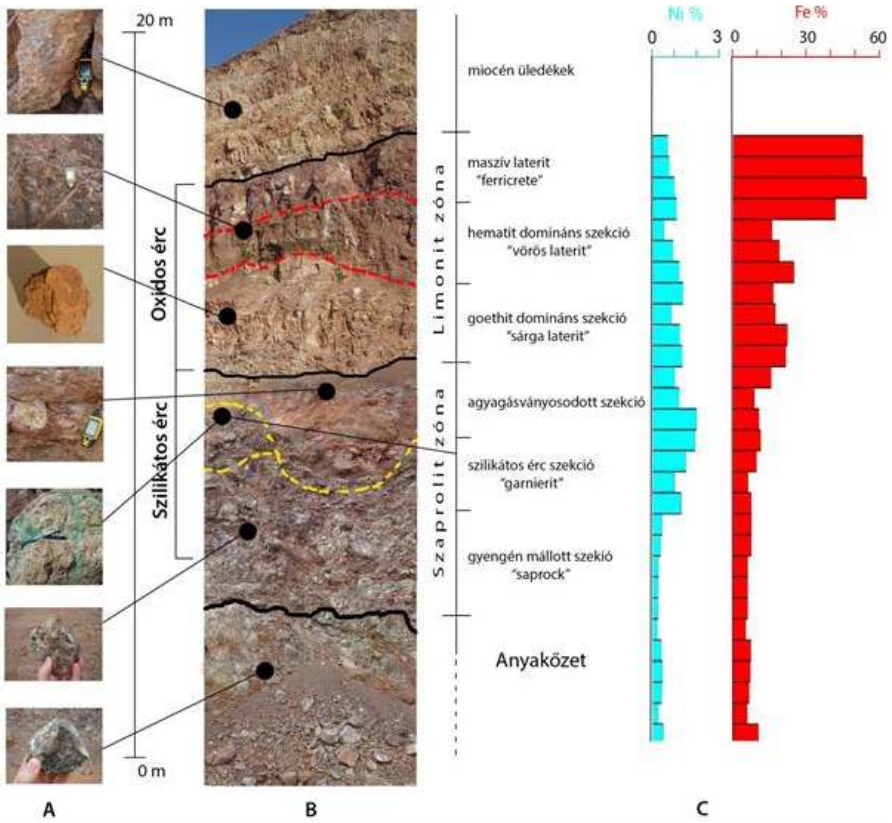
1.4. Mintavétel és anyagvizsgálati módszerek

A vizsgálatra szánt anyagok begyűjtése a vállalat geológusának segítségével történt (Stratos Kountourelis) korlátozott körülmények között, a laterit profil mentén. Az anyagvizsgálatok részben a bánya ún. „gyors”laboratóriumában, részben a Miskolci Egyetem, Ásvány- és Kőzettani Intézeti Tanszékén zajlottak. A vizsgálatok során alkalmazott módszereket az XRF, az XRD, a polarizációs mikroszkópia és elektron-mikroszondás mérések képviselik.

2. A Koukos ércesedés vizsgálatának eredményei

2.1. A lateritprofil felépítése

A régióban korábban készült profilok elnevezései és felépítése eltérő. A zónák megjelenése hiányos, így a mintázás nehézségei miatt az általam összeállított profil csak a teljesség igénye nélkül készülhetett és további vizsgálatokat, mintavételt igényelne. A miocén üledékek nem képezik a vizsgálat tárgyát. Az eredmények értékelése és az előzetes ismeretek alapján az alábbi vertikális profil került meghatározásra a Koukos bányarészben (2. ábra):



2. ábra: A Koukos bányarész függőleges mállási profilja (**A**: makrofotók az egyes zónákból, **B**: szerkesztett lateritprofil, **C**: Ni és Fe átlagos százalékos eloszlása a LARCO fúrásai és saját mérési eredmények alapján)

2.2. A Koukos bányarész profiljának geokémiai háttere és fejlődése

A geokémiai folyamatok vertikálisan fejlődnek, amint a mállási front fokozatosan lefelé halad. A vizsgálatok és az egyéb területeken létrehozott geokémiai modellek felhasználásával a Koukos profiljában az elemek alábbi geokémiai viselkedése tapasztalható [5] alapján):

- A Mg teljes és csaknem azonnali eltávozása egyenes arányban van a Fe-Mg ásványok mállásával (először az olivin, majd a piroxén és végül a szerpentin);
- A Si kilúgozódása kevésbé hangsúlyozott a szaprolit zónában, amely hozzájárul a kvarc és a garnierit képződéshez, illetve a második generációs nikkeltartalmú szerpentinek és Fe-Ni-tartalmú szmektitek, itt pl. nontronit kialakulásához;
- A Fe felhalmozódik, valamint kisebb mennyiségű Al, Cr, Mn és Co is jelen van, de a Fe a profil legfelső részében, oxidok és hidroxidok formájában található meg;
- A Ni dúsulása legjelentősebb a profil alsóbb részében a garnierites és az agyagásványosodott szekciókban. Mérsékelt fontosságú a limonitos, vagy oxidos érc zónájában, de nincs jelen vagy csak minimális mértékben a legfelső magas vastartalmú szekciókban.

3. Eredmények összefoglalása

A kastoriai bánya, jelenleg is működő (2013) Koukos elnevezésű ércesedésének ásványtani, geokémiai vizsgálata során a terepi anyaggyűjtésből származó mintákon végrehajtott mérések és elemzések eredményeiből elkészült a telepre jellemző lateritprofil (amelyet eddig tudomásunk szerint nem vizsgáltak), valamint a vertikális irányú geokémiai fejlődés fontosabb fázisai és jellemzői kerültek bemutatásra. Végül az elemzések rámutattak a lateritesedés során létrejött Ni-dúsulások elhelyezkedésére is a szelvényben.

Összességében elmondható, hogy egy olyan munka jött létre, amely a korlátozott körülmények és kapcsolat ellenére hasznos információkkal szolgálhat a kastoriai nikkel-laterit telepek kialakulására vonatkozóan.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás MSc diplomaterv keretében valósult meg, ezért köszönettel tartozom konzulenseimnek, dr. Földessy Jánosnak és dr. Komlóssy Györgynek, valamint az anyagvizsgálatokban kapott segítségért dr. Kristály Ferencnek, dr. Zajzon Norbertnek, dr. Mádai Ferencnek és Móricz Ferencnek. Köszönöm szépen a LARCO vállalatnak a közreműködést és a geológusgyakornoki lehetőséget.

Irodalom

[1] Golightly, J., P. 1981: Nickeliferous Laterite Deposits. Economic Geology, 75th Anniversary volume 1981, p. 710-735

[2] Dalvi D. A., Bacon W. G., & Osborne C. R., 2004: The Past and the Future of Nickel Laterites (PDAC 2004 International Convention, T. S. & I. E., March 7-10, 2004) p. 1-27

[3] Karamata, S. 2006: The geological development of the Balkan Peninsula related to the approach, collision and compression of Gondwanian and Eurasian units, Geological Society, London, Special Publications, vol. 260, issue 1, p. 155-178

[4] Thorne, R., L. 2011: Nickel Laterites, Origin and Climate. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy in the University of Southampton, p. 14-

[5] Trescases, J.-J. 1997: The lateritic nickel-ore deposits. In Paquet, H. & Caluer, N. 1997: Soils and sediments mineralogy and geochemistry. Springer, p. 125-135

Az úrkúti mangánércesedés és földtani környezetének ritkaföldfém vizsgálata

Rare earth elements examination of manganese ore mineralization and its geological environment in Úrkút

BÍRÓ LÓRÁNT[1], M. TÓTH TIVADAR[1], POLGÁRI MÁRTA[2], VIGH TAMÁS[3]

[1] SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék 6722, Szeged Egyetem u. 2.
e-mail: birolori@gmail.com;
[2] MTA CsFK Földtani és Geokémiai Intézet 1112 Budapest, Budaörsi út 45.;
[3] Mangán Kft., 8409 Úrkút, Külterület l.

Összefoglaló

Már a múlt század tudományos kutatásai rávilágítottak arra a tényre, hogy mind az úrkúti, mind az eplényi mangánércesedés tartalmaz – valamilyen mértékű - ritkaföldfém dúsulást. Ennek vizsgálatát mindkét ércesedési területen már az 1970-es években elkezdték, azonban mind a pénzügyi, mind a technikai lehetőségek csak annyit engedtek meg, hogy nagyvonalakban tudni lehet, hogy nagyságrendileg a ritkaföldfémek közül mely elemek fordulnak elő nagyobb koncentrációban. Az 1970-es években ezek mérését optikai spektroszkópiai módszerekkel végezték, melyek messze elmaradnak a ma használatos műszerektől, mind a kimutatási határ, mind a pontosság tekintetében. Akkor ez a témakör nem került további kutatásra, tehát pontosan nem tudható, hogy mely képződmény, mely fázisához kapcsolódnak a ritkaföldfémek.

Munkánknak két fő célja van: (1) az Úrkúti Mangánérc Formáció képződményeinek, valamint a formáció fekü és fedő képződményeinek ritkaföldfém vizsgálata, melynek segítségével tisztázni lehet a genetikai viszonyokat, a képződés körülményeit; (2) a ritkaföldfémek (pontosan mely elemek/elemcsoportok) milyen mértékben dúsulnak az adott képződményben, valamint azok mely ásványfázishoz kötődnek.

Kulcsszavak

Dunántúli-középhegység, Úrkút, Úrkúti Mangánérc Formáció, ritkaföldfém

Abstract

The scientific examinations of the last century highlited the fact, the manganese ore mineralizations in Úrkút and in Eplény contain – some extent – rare earth element (REE) enrichments. The examinations of the mineralizations in both areas begun in the 1970's, however the financial and the technical capabilites just let that be roughly know the order of elements from REEs wich occur in higher concentrations. These measurements made with optical spectroscopy (OES) which are behind in the instrumentation today, and the limit of detection and the accurancy. So these project wasn't continue so it doesn't know exactly the REEs related to which mineral phase and formation.

Our work has two main aim: (1) REE analysis of lithologies of Úrkút Manganese Formation and it's covering and footwall formations, which can help to clarify the genetic relationships and the condition of formation; (2) the REEs (exaclty which elements/element groups) which extent to accumulate in the lithologies as well as these REEs linked to mineral phases.

Keywords

Transdanubian Central Range, Úrkút, Úrkút Manganese Formation, Rare earth elements

Az arany geokémiai eloszlása a rudabányai ércelőfordulások földtani környezetében

Geochemical distribution of gold in the geological environment of the Rudabánya ore deposits, Hungary

FÖLDESSY JÁNOS[1] , NÉMETH NORBERT[1], GERGES ANITA[1], BODOR SAROLTA[1], KASÓ ATTILA[2]

[1]*Miskolci Egyetem*
foldfj@uni-miskolc.hu, foldnn@uni-miskolc.hu, anitagerges@gmail.com, bodors@gmail.com;
[2]*Rotaqua Kft*
rotaqua@gmail.com

Összefoglaló

Rudabánya az ország egyik legfontosabb érclelőhelye, jelenleg is zajlik nyersanyagkutatás az előfordulás ólom-, cink-, réz- és baritdúsulásainak felderítésére. Az arany jelenlétére az 1940-es évektől vannak földtani adatok. Egy újabb vizsgálat a területet az üledékes kőzetekhez kapcsolódó aranyérc-előfordulások legfontosabb felderítetlen lehetőségeként említette.

A jelenleg folyó színesérckutatások során rendszeres mintázást és elemzéseket végeztettünk az aranytartalom meghatározására. Az eredmények váratlan következtetésekre vezettek: a legjelentősebb aranydúsulás jellemzően az alsó-triász homokkőhöz (helyi elnevezéssel savanyú pátvasérchez), pontosabban annak diagenetikus sziderit kötőanyagához (korábbi nevén krémpáthoz) kapcsolódik. Dolgozatunk az ehhez kapcsolódó mintázásokat, vizsgálatokat és az eredményekből levonható következtetéseket foglalja össze.

Kulcsszavak

Arany, Rudabánya, geokémia

Abstract

Rudabánya is one of the most important complex ore occurrences of Hungary. Current base metal explorations undergo for localizing copper, lead, zinc and barite enrichments. The presence of gold was first mentioned in the 1940s. After a more recent sampling campaign the promising potential for discovery of sedimentary carbonate hosted gold has been emphasized.

The base metal explorations have also produced Au values from the samples. Instead of localizing enrichments in the expected carbonate environment, the underlying sandstones and siltstones have been proved to be the most favourable host rocks of gold mineralization, especially linked to the diagenetic siderite matrix of the sandstones and siltstones.

Keywords

Gold, Rudabánya, geochemistry

Bevezető

Rudabánya Északkelet-Magyarország egyik legjelentősebb és legösszetettebb ércelőfordulása. Arany jelenlétéről, dúsulásáról a korai leírások nem tesznek említést. KOCH [4] számolt be először termésarany jelenlétéről az egykori Lónyai és Andrássy-I bányarészek területén. Ezeket később [8] elektronmikroszondás elemzésekkel is azonosították. HOFSTRA

[3] arra a következtetésre jutott, hogy a lelőhely ígéretes a karbonátos kőzetekhez kapcsolódó aranyércesedések szempontjából. A 2007-től kezdődő újabb színesérckutatások során jelentős számú, eddig kiértékeletlen Au-elemzési adat született. Ezek eredetét próbáljuk tanulmányunkban geokémiai módszerekkel megközelíteni.

A lelőhely geokémiáját először részletesen elemző CSALAGOVITS [2] az arany geokémiai eloszlására nem tért ki, elemzési lehetőségek, és ebből fakadóan koncentrációadatok híján. A rudabányai érctermelés során Au-elemzések nem születtek HOFSTRA [3] munkájában szereplő mintegy 200 elemzésből a maximális érték 0,56 g/t Au volt.

1. A terület ércesedése

A Darnó-zóna ÉÉK–DDNY csapású fővetői a területet néhány 100-1000 m széles pásztára tagolják, ezekben eltérő paleo- és mezozoos rétegsorokkal. A zóna tektonikus aktivitásának csúcsidőszaka a miocénre tehető, de a mozgás feltehetően a pliocénben is folytatódott [5].

Rudabányán több különböző korú és eltérő eredetű ércesedési szakasz terméke találkozik. Egyedüli kapcsolatukat elképzelésünk szerint egy hosszú élettartamú szerkezeti öv (a későbbi Darnó-zóna) jelenti, mely szállító, befogadó szerepet játszott.
Az eddig ismert legidősebb sztratiform Pb-Zn-Ba ércek a Szini Márga képződményeihez kapcsolódnak [6]. A következő szakaszban hidrotermális metaszomatikus folyamatok hozták létre a karbonátos (sziderit anyagú) vasérceket, a folyamat kora középső-triásznál fiatalabb [7].

A vasércképződés utáni szerkezetalakulási folyamatok után jöttek létre a vasércet metsző törésekben, továbbá a dolomitok alkotta tektonikus breccsa kötőanyagában a pirit-kalkopirit-bornit ércdúsulások, valamint az ezzel egyidős teléres és kiszorításos Pb-Zn-Ba érces zónák („baritos pátszegély”) [7], valószínűleg a késői mezozoikumban, illetve a paleogénben.

Ennél fiatalabb, epitermális rátelepült ércesedésként keletkeztek fakóérces átitatások, kovás impregnációval kísérve, főleg a rudabányai töréses öv középső- és délnyugati szakaszán. Ezek már részben oxidált, barnavasércesedett kőzetanyagban találhatóak.

2. Az arany eloszlása és dúsulása – új mintavételek

2.1. A színesérc kutatások mintavételi módszerei

Résmintázásokat a külfejtések falain és talpán szulfidérces feltárásokban végeztünk. A metaszomatizált karbonátos, vasérccé alakult képződményeket, illetve ennek fekvőjében található aleurolit, márga képződményeket mintáztuk.

Talajmintázást a Vilmos külfejtéstől északra, a Ruda-hegy, Sajó-bánya területeken végeztünk, közel 13 km^2–es területet lefedő, 200 x 50 m-es szelvény mentén.

Kőzetszilánkmintázás (érctestek oxidációs öve): a nagyobb felületű barnavasérc-feltárásokat fedte le.

Fúrómagmintázás: Az új kutatási program során mélyült magfúrásokat minden esetben aranyra is mintáztuk. A minőségi elemzések átlagosan 1,0 m hosszúságú mintákból készültek.

2.2. A minták előkészítése, kémiai elemzési módszerei

A mintákból minden esetben Au elemzést is végeztettünk az ALS Global laboratóriumban [1]. A program teljes menete során a mintákat tűzi elődúsítás vagy királyvizes feltárás után atomemissziós spektrometriai és tömegspektrometria vizsgálati módszerekkel elemezték.

3. Elemzési eredmények

Az öt év során több mint 1500 arany elemzés készült a különböző típusú mintákból, amelyek a rudabányai képződménysor széles tartományából származtak. A minták nem fedik le azonos részletességgel az összes képződményt, hiszen a vizsgálat elsőrendű célja szulfidérces dúsulások kimutatása volt. A mintavételek az egykori Lónyai-bányaterületet (ahol az arany megjelenését először dokumentálták) nem érintették.

A felszínen és felszínközelben történt különböző mintavételek eredményét egységesen, kőzettípusokra bontás nélkül értékeltük.

A fúrási minták esetében a fő litológiai típusok szerint vizsgáltuk az eloszlást, a társult elemekkel való kapcsolatot. Az egyes litológiai változatokat nagyobb összefoglaló csoportokba vontuk össze. Meghatároztuk a képződménycsoport néhány egyváltozós statisztikai paraméterét, illetve elemeztük a képződménycsoportokban az arany és egyéb elemek közötti korrelációt.

1. táblázat. Az Au elemzési értékek eloszlása litológiai tipusok szerint. AG = Szini Márga, HK = Bódvaszilasi Homokkő, CB = Mészkő és dolomit (Guttenstein, Szinpetri F), MS = metaszomatizált változatok (szideritesvasérc), BA = baritos pátszegély, LM = barnavasérc

g/t Au	*Összes*	*AG*	*HK*	*CB*	*MS*	*BA*	*LM*
Mintaszám	878	264	194	273	31	28	62
Számtani középérték	0.010	0.003	0.026	0.005	0.012	0.012	0.013
Maximum	1.280	0.024	1.280	0.038	0.041	0.050	0.092
Kimutatási határ	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Szórás	0.065	0.003	0.136	0.005	0.010	0.010	0.018
>0,50 értéket meghaladó korrelációs együtthatók arany és az egyéb vizsgált nyomelemek között:							
As	-	-	-	-	-	0.77	-
Be	-	-	-	-	-0.50	-	-
Bi	-	-	-	-	-	0.85	-
Cd	-	-	-	-	-	0.65	-
Co	-	-	-	-	-	0.78	-
Cu	-	-	-	-	-	0.86	-
Hg	-	-	-	-	-	0.73	-
Mo	-	-	-	-	-	0.76	-
Ni	-	-	-	-	-	0.86	-
S	-	-	-	-	0.65	0.88	-
Zn	-	-	-	-	-	0.59	-

4. Összegzés

A megismert kétféle aranydúsulás közül az egyik a Bódvaszilasi homokkőhöz, a másik a sziderites vasércet követő rézércesedéshez kapcsolódik. Ezek között jelentős geokémiai különbség mutatkozik. A gazdaságos koncentráció határát alulról megközelítő aranytartalmak a Bódvaszilasi Homokkő Formációhoz kapcsolódnak, hidrotermális szulfidos elemegyüttes nélkül krémpáttal és hematit hintéssel. A baritos pátszegély aranytartalma viszont jellegzetes hidrotermális együttes tagjaként, szulfidos ércesedést kísérve jelentkezik.

5. Köszönetnyilvánítások

A mintákhoz és az elemzési információkhoz való hozzáférést a Rotaqua Kft biztosította. *A tanulmány a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV -2012-0005 jelű projekt részeként,* a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Kiválósági Központ tevékenységének részeként *az Új Széchenyi Terv keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.*

Irodalom

[1] alsglobal.com: Short method descriptions http://www.alsglobal.com/en/Our Services/Minerals/Geochemistry/Downloads. Letöltve: 2013-07-27.

[2] Csalagovits I. 1973: A Rudabánya környéki triász összlet geokémiai és ércgenetikai vizsgálatának eredményei. – MÁFI évi jelentése 1971-ről, 61-90.

[3] Hofstra, A. H., Korpás L., Csalagovits I., Johnson, C. A., Christiansen, W. D. 1999: Stable isotopic study of the Rudabánya iron mine, a carbonate-hosted siderite, barite, base-metal sulfide replacement deposit. – Geologica Hungarica, Series Geologica 24, 295-302.

[4] Koch S. 1939: Adatok Rudabánya oxidációs övének ásványaihoz Mathematikai és természettudományi értesítő, 58. évf., 868-882

[5] Földessy J., Németh N., Gerges A. 2010: A rudabányai színesfém-ércesedés újrakutatásának előzetes földtani eredményei. Földtani Közlöny, 140., 281-292

[6] Németh N., Földessy J., Kupi L., Iglesias, J.G. 2013: Zn-Pb mineralization types in the Rudabánya Ore Bearing Complex, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 8, pp. 47-58.

[7] Pantó G. 1956: A rudabányai vasércvonulat földtani felépítése. – MÁFI Évkönyv 44/2, 329-637.

[8] Szakáll S. 2001: Comparison of the Rudabánya (Hungary) and Nižná Slaná (Slovakia) metasomatic iron and hydrothermal sulphide ore deposits – with special references to the mineral paragenesis of Rudabánya. – PhD értekezés, Kassai Műszaki Egyetem, Miskolc-Košice.

A recski paleogén diorit intrúziók belső kőzettani–geokémiai felépítése

Construction and zonality of the dioritic intrusions of Recsk Deep

ZELENKA TIBOR[1], SZEBÉNYI GÉZA[2], CSILLAG JÁNOS[3]

[1]*nyugalmazott MGSZ főosztályvezető (zelenka.tibor@gmail.com),*
[2]*Mecsekérc Zrt. (szebenyigeza@mecsekerc.hu,*
[3]*nyugalmazott főgeológus (jcsillag.geolog@t-online.hu)*

Összefoglaló

A Recski mélyszinti paleogén diorit, dioritporfirit intruzív testeket a több mint 30 db 1200m mély érckutató fúrás, valamint a bányászati feltárások adataiból ismerjük. Az intrúzió belső kontakt zónájában lévő endoszkarnok és az apofiza területek jellemzéséhez további 15 fúrás adatait használtuk fel.
Az eredeti földtani modellben a szubvulkáni benyomulásként értelmezett biotit-amfibol dioritos összetételű intrúzió [1], [2], [3], [4], [5] fő tömege propilites hintett-eres Cu-pirit ércesedésű. A részletes vizsgálatok szerint több dioritos és kvarcdioritos benyomulás követte egymást. Először pirites, majd azt követően a Cu-szegény Cu-Mo stockwerkes ércesedéseket hordozó differenciált benyomulások rögzíthetők. A kihűlő test hasadékaiba későbbi, dioritporirit testek hatoltak be, melyek érintkezési szegélyén polimetallikus porfíros és dúsabb Cu-Au ércesedések képződtek.

A diorit intrúzió vertikális zonációja szerint felül az intrúzió kupolájában vékony polimetallikus erekkel átjárt kvarc-szericites átalakulású szegény Cuérces zóna van, Az intruzió belső szegélyén karbonátos endoszkarnos dioritporfirit testek a porfíros tömeg belsejéhez képest magasabb fémtartalmúak. A legmélyebben lévő — utóljára kihűlt — holokristályos központi diorit test ércszegény, kálimetaszomatikus–flogopitos átalakulású.

Kulcsszavak

Recsk, rézporfíros érces rendszer, zonalitás, kőzetátalakulás, intuzió

Abstract

The Paleogene diorite and diorite porphyry intrusive bodies of the Recsk Deep are known from the more than 30 ore exploration drillholes of 1200 m depth and from the data of mining exploration. To characterize the endoskarn in the inner contact zone of the intrusion and the apophyses the data of another 15 drillholes were used.

The major part of the biotite-amphibole diorite body (interpreted as subvolcanic intrusion in the original model by Baksa et al. 1975) is propylitized and hosts Cu-pyrite veins and disseminations. At least 3 dioritic and one quartzdioritic intrusion formed the sequence; the first one is 50-150 m thick with disseminated Cu-pyrite, then differentiated ones followed with Cu-Mo stockwerk (deficient in copper). On the contact edges 10-40 m thick Cu-Au dioritporphyry apophyses (at first with porphyry polymetallic mineralization, then with higher Cu content) were formed in the fractures of the cooling body.

The diorite intrusion is vertically zoned; on the top there is a weak Cu-mineralization zone with quartz-sericite alteration cross-cut by thin polymetallic veins. At the edge, but inside of the intrusive body the carbonatic endoskarn has higher metal content than the inner part of the diorite porphyry. The bottom, holocrystalline part (cooled at last) is deficient in ore minerals with potassium metasomatism and phlogopite.

Keywords

Recsk, porphyry copper ore system, zonation, alteration, intrusion

Bevezető

A Pannon medence lemeztektonikai értelmezése szerint a Mátra hegység mezozoós-paleoén képződményei a Déli Alpok területéről a paleogén Periadriai lineamens – Darnó vonal mentén az aló miocénben kerültek mai helyükre [6],[7], [8]. A paleogén szubdukcióhoz kapcsolódott az egykori belső szigetív területén megjelenő mészalkáli magmás (vulkáni-plutonikus) működés [9]. Ebben a vulkáni ívben közel É-D csapásban, több ütemben dioritos összetételű intrúziók is benyomultak. A recski mélyszinti ércelőfordulás első — jórészt napjainkig érvényes — szakmai értékelését Baksa Cs. [10] összefoglalójában találhatjuk. A későbbi nagyszámú jelentés és publikáció csupán kiegészítette és finomította ezt a képet.

1. A magmás képződmények áttekintése

1.1. A rétegvulkáni sorozat

A korábbi értékelés során kialakított beosztás Földessy J. [4] szerint a legkorábbi működés (korábbi jelölés szerint $\mathbf{a_2}$ csoport) a terület déli peremén jelentkezik, anyaga amfibol-andezit, szubmarin erupciók termékei (láva, peperit, hialoklasztit, tufa) képviselik. A középső csoport kőzetei (korábbi jelölés szerint $\mathbf{a_1q}$ csoport) kvarc-biotit-hornblende andezitek, dácitok. Részben szárazulati, részben szubmarin megszilárdulású képződmények. A csoport a terület nyugati peremén jelentősebb arányban piroklasztitokat tartalmazó rétegvulkáni sorozatként jelentkezik. A terület központi részén több, az idősebb vulkáni képződményeket, illetve alaphegységi kőzeteket áttörő vulkáni kürtő, illetve apofizaszerűen lapos szubvulkáni test is azonosítható. A felső vulkáni csoport kőzetei hornblende andezitek (a korábbi jelölés szerint $\mathbf{a_1}$ csoport), részben rétegvulkáni, részben szubvulkáni lakkolit jellegű testekben. A felső vulkáni csoportot több késői vulkáni benyomulás, áttörő helyzetű kürtő és kőzettelér létrejötte követte (korábbi jelölés szerint **üa** csoport). Anyaguk andezit, dácit és polimikt kürtőbreccsa (részben hialoklasztit bereccsa), melyben különböző típusú vulkanitok, illetve alaphegységi kőzetanyag-törmelék jelentkeznek.

1.2. Intruzív kőzetek

A recski területen a paleogén magmás aktivitást közel észak-déli irányultságú, összetett, horst-antiklinális szerkezeten preformált tektonikus (feltehetőleg nyírási) zóna kontrollálta. Földtanilag a szerkezeti meghatározottság É-D-i csapású vulkáni-plutonikus összlet kialakulásában jelentkezik. A recski ércmező meghatározó képződménye a dél felé mélyülő felszínű (Mátraderecske alatt lezökkenő) többfázisú dioritporfir kisintrúzió sor. Az intruzív testek nem az alaphegységi kiemelkedésen, hanem annak meredek peremén jöttek létre, lokális ÉÉNy-DDK és ÉÉK-DDNy-i irányítottsággal.

A neutrális összetételű (dioritporfirit és kvarc-dioritporfirit) intrúziók áttörték és a kontaktus menti sávban átalakították a triász, uralkodóan reduktív körülmények között képződött, pelites-sziliciklasztos-meszes üledékekből felépülő alaphegységet. Létrehozták a felszínen ma is nagy területen megjelenő, vele genetikai kapcsolatban álló, többfázisú rétegvulkáni andezitek és dácitok magmakamráinak legfelsőbb részeit és felvezető csatornáit.

Az intruzív képződmények első összefogó értékelései [1], [11], [12], [13] szerint kb. 2 km hosszúságú, közel É-D irányú tengely mentén, mintegy 900 m széles sávban jelennek

meg, mintegy 1000 m maximális harántolási vastagsággal (korábbi elnevezésük szerint szubvulkáni andezit, $\mathbf{a_3}$ csoport). Az intruzív képződmények ismert tömege kb. 0,8 km^3.

Az intruzív képződmények kémiai és ásványtani jellegeik alapján dioritporfirit és kvarc-dioritporfirit alcsoportba tartoznak. Többnyire porfíros szövetű kőzetek, kisebb mértékben mikroholokristályosak. Földessy J. szerint [11] az intruzív képződmények a vulkanitokhoz hasonló és azokkal párhuzamosítható, időben elkülönült fázisokba sorolhatóak. Igen jelentős szerepet kaptak a későbbi ércesedés kialakulásában az intruzív testek peremi részein kialakult intruzív breccsák (korábbi elnevezés szerint asszimilációs breccsa), mint a hidrotermás fluidumok számára kedvező permeabilitású képződmények.

A bányabeli kutatás adatai alapján Szebényi [14], [15] rögzítette, hogy az intruzív kőzetek csoportjába két egyértelműen elkülöníthető, nagy testekben megjelenő fázis választható ki: idősebb kvarcmentes ($\mathbf{a_3}$ — diporitporfirit) és fiatalabb porfíros kvarctartalmú ($\mathbf{a_3q}$ — kvarc-dioritporfirit) szubvulkáni kőzettest és kőzettelér. Ezeken kívül több generációban intramineralizációs és posztmineralizációs intruzív kifejlődésű kőzettelérek is képződtek. A jelentős méretű testekben megjelenő $\mathbf{a_3}$ és $\mathbf{a_3q}$ jelű intrúziókhoz szkarnos átalakulás kapcsolódik.

A bányabeli kutatással feltárt kőzettelérek között vannak átalakultak, vannak üdék. Egyértelmű, pontos párhuzamosításuk a szubvulkáni sorozat $\mathbf{a_1}$, $\mathbf{a_1q}$, $\mathbf{a_2}$, **üa** tagozataival jelen ismereteink alapján esetenként lehetséges, de legtöbbször még nem lehetséges, vagy vitatható. Az É-1 bányabeli kutatási térrészben feltárt hatalmas porfíros érctest propilitesedett és ércesedett $\mathbf{a_3}$ dioritporfirit alapkőzetét ércmentes fiatalabb kőzettelérek törik át. Körülöttük a szilikátos kőzetek kontaktusán a propilitesedést amfibólos (aktinolitos-tremolitos) endoszkarnos átalakulás (jelentős kovásodással) váltotta fel.

A külszíni fúrásos kutatás néhány szelvényében több fúrás maganyagának interpretációja értelmében az $\mathbf{a_3}$ szubvulkáni andezit (dioritporfirit) kontúrja metszi az $\mathbf{a_2}$ vulkáni fázis réteghatárát, bár fő tömegében az alatt helyezkedik el. Ebből arra következtethetünk, hogy a rétegvulkáni sorozat legalsó tagjának képződése a fő intruzív fázis kialakulásának befejeződése előtt megkezdődött. Ebből feltételezhető, hogy az $\mathbf{a_3}$ intruzív fázis rétegvulkáni megfelelője az $\mathbf{a_2}$ fázis. Logikusnak tűnhet ezek után az $\mathbf{a_3q}$-$\mathbf{a_1q}$ párhuzamosítása, míg az $\mathbf{a_1}$ és mélyszinten harántolt telérfázisok pontos megfeleltetése már nem ennyire egyértelmű. A kutatóbánya -700 m szinti K-i 5 vágatában harántolt néhány méter vastag üde telérkőzet nagy szerkezeti-szöveti és ásványtani hasonlóságot mutat az un. **üa** jelű (Kanázsvári kőfejtői) legfiatalabb paleogén vulkáni fázisával.

2. Kőzetátalakulások és ércesedések kapcsolata a központi zónában

Az ércesedések megismerésére az elmúlt 45 évben folyt nagy volumenű , földtani, bányászati, geofizikai, geokémiai, ásvány-kőzettani komplex kutatások bebizonyították recski területen jelentős színesfém- és a számottevő nemesfém- ércesedés jelenlétét. Mindezen vizsgálatok alapján 1969-től a lelőhely földtani vulkanológiai felépítését és a hozzájuk kapcsolódó érctípusokat a szakirodalom ismertette [2], [10], [16], [17], [18], [19].

Az intrúzió belső kőzettani–geokémiai felépítése és a magma benyomulások sorrendje, valamint az azokat kísérő eltérő kőzetátalakulási zónák jellemzése a külszíni fúrásos kutatás és a bányabeli kutatások adatain [19], [20] alapul. A Recski terület jelentős földtani fúrásos és

bányászati kutatásai azt bizonyították, hogy az intruzív testek melletti kontakt metaszomatikus-pirometaszomatikus hatások zajlottak le, és a testeken belül kiszorítások, hidrotermális áterezések formájában különböző geometriájú színesfém ércesedések jöttek létre. Ezek jellegzetes vertikális és laterális zonációval jellemezhetők, és a fémösszetétel bizonyos kapcsolatot mutat az intruzív kőzettest összetételével is. Nevezetesen a molibdén dúsulás mind a magmás, mind pedig a szkarnos képződményekben a kvarcban gazdagabb kőzetváltozatokhoz kötődik inkább.

A Recsk mélyszinti diorit porfirit illetve kvarcdiorit porfirit intrúziók PT viszonyai kőzettani- geokémiai vizsgálatok szerint a tető régióban kb 2 km mélységben a fedő paleogén rétegvulkáni andezit, andezit –dácit hialoklasztit összletet, oldalasan a mezozoós üledékes karbonátos–kovás–kovapalás üledékeket kontaktizálta . A kontakt zónák a központi intruzív testeket és az azokból legyezőszerűen kiinduló szubvulkáni andezit, dácit apofizákat veszik körül.

Az intrúzió tető régiójában a **kupola zónában** („kovás sapka" [21], [22], [23]) lévő kőzet egy finomszemű átkovásodott andezit porfír (dioritporfirit), mely 30-75°-os stockwerkes keresztirányú kvarc mikroerekkel átjárt szericites plagioklász tartalmú kőzet [3]. Ennek tetején a kihűlési tektonikus felhasadozás mellett a fedő felé benyomuló breccsás andezitporfír apofízák mellett vékony (40-60cm vastag) hidrotermális polimetallikus (galenit, szfalerit, kalkopirit, pirit) 60-80°-s dőlésű, párhuzamos áterezései jelentkeznek
(pl: Rm-40: 468- 490m).

Az **intrúzió felső zónájában** a mellékkőzetekből (mezozoos kvarcit, mészkő) a magma által felszakított , de már be nem olvasztott vagy csak részben asszimilált breccsák találhatók. Az intrúzió felső rézporfíros tömege 0,4-0,6% Cu tartalmú (kalkopirit-pirit) hintett-eres szövetű, breccsás propilites mikrodiorit, dioritporfírit. (pl: Rm-45:480-546m, Rm-54:482-658m). Ezt a testet utólagos felhasadozással 10-60m vastag (pl:Rm 40:510-570m), fehér anhidrit eres 0,01-0,025% Mo tartalmú Cu-Mo porfíros dájkok járják át. A benyomulótestek határán többszörös felhasadás látható egy idősebb lilásszürke és egy fiatalabb 60-80°-os dőlésű 5-12 cm vastag fehér kvarcér mellett, többnyire polimetallikus (szfalerit, galenit, fakóérc, kalkopirit, pirit) érkitöltéssel (Rm-26:428 m, 457-462m, 494 m). Az érintkezési határon újabb felhasadás mellett Cu-Au porfíros, 10-25 m vastag testek körvonalazhatók (Rm-17:511-537m).

Az alaphegységi 2-3 cm-s kvarcit darabokat tartalmazó **meddő (fémszegény) kvarc diorit poririt intrúzió** a felső Mo porfíros érces diorit porfirit és az alsó endoszkarnos anhidriteres diorittesek közé utólag, valószínűsíthetően több ütemben kb. 10-15°-s, 40-45°-os, 50°-os síkok mellett nyomult be(Rm-35:597-931 m) gyenge átalakulással kontaktizálva azokat.

A középső intrúziós zóna viszonylag üde, gyengén propilites kovás diorit porfirit test, amely breccsás szövetű, 0,4-1,0% Cu tartalommal, stockwerkes Cu-pirit érceres (pl: Rm-30:610-850m). Ezt a porfíros testet többnyire több utólagosan benyomult 5-15m vastag 0,1-0,6 g/t Au tartalmú anhidrites Cu-Au tartalmú dyke metszi (pl:Rm-30:647-565m, 677-682m). Ez a kőzet gyakran tartalmaz be nem olvasztott endoszkarnos blokkokat is, melyek főleg polimetallikus porfíros ércesek (pl:Rm-30:718-728m), és az érintkezési zónában 1-3m vastag, magas Fe tartalmú (10,4-14,1%) kovás, kovandos kontakt szegély jelentkezik (pl: Rm-30:725 m). Ez a porfíros Cu érc és a szegélyén kontaktizált összlet is többszörösen felhasadt és 70°-85-os kihűlési síkok mellett anhidrites, kvarceres, kalcitos Cu-Mo porfíros érchordozó magmás apofizák nyomultak be (pl:Rm-26:657-663,6 m, 709.0-735,5 m, 803-825m). Ezek az apofizak rézben szegények, de jelentős (0,07-0,145%) a molibdén

tartalmuk. Ugyanezen zónában az utólag benyomult 80°-85°-os dőlésű breccsás, bontott porfíros testek (0,3-0,7% Zn) hintett polimetallikus érces benyomulások (pl:Rm-17: 573-596 m, 610-612 m; Rm-26:825-827 m), szegélyükön 20-30 cm vatag kalkopirites kovandos erek kiséretében.

Az alsó intrúziós zóna főleg 1000 m alatt jelentkezik, alacsony (0,1-0,3% Cu) tartalmú, főleg hintett eres porfíros érc formájában a közel holokristályos amfibólos-biotitos diorit porfiritben (Rm-46:1136-1203m). A kőzetelváltozásokra jellemző a nagy hatszögű biotit oszlopok flogopitosodása (időnként pirrhotinosodva), és a kőzet kálimetaszomatitos átalakulása. Az endoszkarnos zárványok mellett az intrúzió szegélyzónájában összefüggő 50-100 m széles endoszkarnos (epidotos, gránátos, diopszidos, amfibólos) köpeny található az exoszkarnok irányába magasabb Cu tartalommal (0,75-1,06%) (pl: Rm-46: 873-923 m, 974-1168m), mellette újabb felhasadozással endoszkarnos, pecsétes, cinktartalmú (0,68- 1,0% Zn) porfíros érctestek képződtek (pl. Rm-46: 1168-1203 m). Ezt a képződményt a kontaktuson pirrhotin és hematit kíséri (pl: Rm-46: 915-920 m). Ugyanezen a szinten, 85-90°-os dőlésű sík mellett egy harmadik típusú kvarceres, lila anhidriteres, flogopitos, molibdén tartalmú diorit porfirit benyomulás jelentkezik (pl: Rm-30:1077-1286,8 m; 0,019-0,6% Mo tartalommal).

A paleogén diorit porfirit intrúzió mezozoos karbonátokkal való belső kontaktusa menti endoszkarnos zónában azt oldalasan több szintben keresztültörő breccsás andezitporfirit dájkok (pl.: Rm-39: 860-866,0 m, 956-980 m,1074-1077 m;Rm-34:900,2-905,4 m, 1184-1196 m) elsősorban pecsétes epidotos, polimetallikus (1,1-9,2% Zn; 0,61- 10,0% Pb; 0,2-1,2% Cu; 3-13% Fe) ércesedései ismerhetők fel pirrhotinos Fe kovand szegéllyel.

3. Konkluzió

A recski mélyszinti a mészalkáli diorit porfirit intrúziók a paleogén során feltételezhetően millió években is számítva több ütemben nyomultak fel magama kamrából , ezért a kihülőben lévő intrúzív testek zónásan kissé eltérő összetételt, kőzetelváltozási típusokat és a kihűléssel felszabaduló fluidomokból vertikális szinesfémérc kiválási zonációt, illetve a kontaktizált zónákban eltérő szkarnos kőzet és geokémiai öveket hoztak létre.

Irodalom

[1] Baksa Cs. (1975): A recski mélyszinti szubvulkáni andezittest és telérei. – Földtani Közlöny vol. 105, pp. 612-624.

[2] Cseh-Németh, J. (1975): A recski mélyszinti színesfémérc előfordulás és annak teleptani, ércföldtani képe. (Geology and Metallogeny of the Recsk Deep)— Földtani Közlöny, vol. 105. pp. 692-708., in Hungarian.

[3] Csillag J. (1975b): A recski terület magmás hatásra átalakult képződményei (Rocks transformed upon magmatic effect in the Recsk area, Hungary). Földtani Közlöny, v. 105, 646-671. (in Hungarian).

[4] Földessy, J. (1975): A recski rétegvulkáni andezitösszlet (The stratovolcanic andesite formation of Recsk). Földtani Közlöny, 105, 625-645. (in Hungarian).

[5] Zelenka T. (1975b): A recski mélyszinti színesfémérc előfordulás szerkezeti-magmaföldtani helyzete. — Földtani Közlöny v. 105, pp. 582-597.

[6] Zelenka, T., Baksa, Cs., Balla, Z., Földessy, J. & Földessy-Jármányi, K. (1983a): The role of the Darnó Line in the basement structure of Northeast Hungary. — Geologicky Zbornik – Geologica Carpathica 34/1, pp. 53-69.

[7] Kázmér, M.- Kovács, S :(1985): Permian-Paleogene paleogeography along the eastern parts of the insubric Periadriatic Lineament System. Acta Geol .Hung. 28/1-2. pp 71-84.

[8] Fodor, L., Jelen, B., Marton, E., Skaberne, D., Car, J., Vrabec, M. (1998): Miocene-Pliocene tectonic evolution of the Slovenian Periadritic fault. Implications for Alpine-Carpathian extrusion models. Tectonics, 17, 690-709

[9] Földessy, J., Zelenka, T., Benedek, K., Pécskay, Z., Mádai, F. (2008a): The Recsk Paleogene magmatism in a regional context. — In: J. Földessy, É. Hartai (eds.): GEOSCIENCES Publications of the University of Miskolc Series A, Mining, Volume 73, Miskolc University Press, pp. 7-20, ISSN 1219-008X

[10] Baksa, Cs., Cseh-Németh, J., Csillag, J., Földessy, J., Zelenka, T. (1980): The Recsk Porphyry and Skarn Copper Deposit, Hungary. In European Copper Deposits. — Belgrade, edited by Janković, S. and Sillitoe, R.H. Society for Geology Applied to Mineral Deposits (SGA). Spec. Pub. 1., pp. 73-76.

[11] Cseh Németh, J., Baksa, Cs., Földessy, J., Földessy-Jármányi, K., Gasztonyi, É., Verő, L., Ráner, G., Taba, S., Balla, Z., Schönviszky, L., Karas, Gy., Szalma, S., Szongoth, G., Viola, B., Zelenka, T., Szilágyi, G. (1984): A recski mélyszinti előfordulás külszíni mélyfúrásos kutatásának összefoglaló földtani jelentése és készletszámítása (Reserve estimation and final geologic report on the surface drilling exploration of the base metal ore deposit of Recsk Deeps). — Kézirat. Országos Érc- és Ásványbányák – KBFI Technical Report, Budapest. MBFH OBFGA No_T12588.

[12] Baksa Cs. (1984): A recski ércesedés genetikai vázlata. – Földtani Közlöny, 114, pp. 335-348.

[13] Baksa, Cs. (1986): Genetic Aspects of the Recsk Mineralized Complex, Hungary. In Geology and Metallogeny of Copper Deposits, edited by Friedrich G. H. et al., 1986. pp. 280-290., Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg

[14] Szebényi G. (2007): A recski ércmező elvi szelvénye. — Poszter-explanatum, Érd, Mátra Múzeum új állandó kiállítása, Gyöngyös

[15] Szebényi G. (Ed.), Szabó R., Barna I., Fodor B., Zelenka T. (2013): A recski mélyszinti ércelőfordulás ásványvagyonának újraértékelése. — Kézirat, Mecsekérc Zrt., Pécs.

[16] Molnár, F., Jung, P., Kupi, L., Pogány, A., Vágó, E., Viktorik, O., Pécskay, Z., Hurai, V. (2008): Epithermal zones of the porphyry-skarn-epithermal ore complex at Recsk. — In: J. Földessy, É. Hartai (eds.): GEOSCIENCES Publications of the University of Miskolc Series A, Mining, Volume 73, Miskolc University Press, pp. 101-130, ISSN 1219-008X

[17] Gatter, I., Molnár, F., Földessy, J., Zelenka, T., Kiss, J., Szebényi, G. (1999): High- and Low-Sulphidation Epithermal Mineralization of the Mátra Mountains, Northeast Hungary. — Society of Economics Geologist Guidebook series vol. 31. 1999. pp. 155-179. [in Epithermal Mineralization of the Western Carpathians (Edited by F. Molnár, J. Lexa & J. W. Hedenquist) Guidebook Prepared for Society of Economic Geologists Field Conference - 4-13 September, 1999]

[18] Földessy, J. and Szebényi, G. (2008): The mineralizations of the Recsk deeps and Lahóca – short geological overview. — In: J. Földessy, É. Hartai (eds.): GEOSCIENCES Publications of the University of Miskolc Series A, Mining, Volume 73, Miskolc University Press, pp. 85-98, , ISSN 1219-008X

[19] Szebényi, G., Unger, Z. (2011): Recsk Deeps — A Porphyry Copper and Copper-Zinc Skarn Related Deposit (Hungary). — In: Mahvi, M. R. (ed.) 2011: Proceedings of The 1st World Copper Congress in Iran, National Iranian Copper Industries Co., 24-26 October 2011, Tehran, Iran, p. 14-23.

[20] Csillag J. (1986): Recski porfíros Cu és szkarn ércesedés — Kézirat. OÉÁ Kutató Művei, Eger, MBFH OBFGA recski adattár: No_3051

[21] Gatter I. (1987): Kutatási jelentés. A recski kovásodott felszíni képződmények („kovás sapka”) tájékoztató folyadék-gáz zárvány vizsgálata és genetikai értékelése. — Kézirat, ELTE, Budapest

[22] Gatter I. (1988): Kutatási jelentés. A recski kovásodott felszíni képződmények („kovás sapka”) tájékoztató folyadék-gáz zárvány vizsgálata és genetikai értékelése II. — Kézirat, ELTE, Budapest

[23] Gatter, I., Szebényi, G. (1989): Fliud Inclusion Studies on the Recsk Cu Porphyry System I: „Siliceous Cap”, (NE-Hungary). — Proceedings of 10th ECROFI Symposium, London, 1989. pp. 35.

[24] Gatter, I. (1991): Fluid Inclusion Studies on the Recsk Cu-Porphyry System (NE-Hungary) II: The ore of the Lahoca Old Mine, Plinius, 1991, No. 5, pp. 84-85.

A Recski magmás komplexum termokronológiája

Thermochronology of the Recsk Igneous Complex, NE-Hungary

ARATÓ RÓBERT

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.
arato.robi@gmail.com

Összefoglaló

A Tethys-óceán késő-kréta bezáródásához kapcsolódóan létrejött paleogén korú magmás centrumok nagy része az Európai Kontinens legnagyobb oldaleltolódásos zónája, az ún. Periadriai Vonal mentén található. A Periadriai Vonal folytatásának, az ún. Balaton Vonalnak az északkeleti elvégződésénél található a szintén paleogén korú Recski Magmás Komplexum. Recsk speciális geológiai helyzetben van, lévén, hogy itt a paleogén intrúzió, és a hozzá tartozó sztratovulkáni sorozat a Kárpáti Magmás ív részét képező, miocén korú (16-14,5 Ma) Mátra előterében helyezkedik el. A mátrai magmás aktivitás során nagy mennyiségben került felszínre effúzív és szórt vulkáni anyag, ami a feltételezések szerint, a képződést követően a mainál sokkal nagyobb területet fedett be, ide értve a Recski Magmás Komplexumot is. Az előbbi feltételezésből kiindulva, jelen munka tárgya a paleogén magmatitok képződés utáni hőtörténete, ami magába foglalja Recsk paleogén betemetődéséhez és a mátrai vulkanizmushoz köthető felmelegítést, illetve az ezt követő lepusztulást – lehűlést. Ezen összetett kérdés megválaszolásához az ún. (U-Th)/He-módszert használtam fel, amelynek fő előnye, hogy az általam mért ásványok (cirkon és apatit) esetében, érzékenysége 60 és 180 ˚C közé esik, és így, korábbi fluidzárvány- és K/Ar adatokkal kiegészítve, lehetővé teszi a terület hűléstörténeti rekonstrukcióját. Megállapítható, hogy az apatiton mért (U-Th)/He korok minden esetben (5.4-19.9 Ma), a cirkon esetében pedig részben (17.7-30.6 Ma), jóval fiatalabbak a paleogén vulkanitoknál. Ezen kívül mindkét ásvány esetében megfigyelhető egy vertikális gradiens, egész pontosan egy lefelé történő fiatalodás az (U-Th)/He korokban. Az eddigi eredmények alapján egyértelmű az, hogy a paleogén kőzetek termális felülbélyegzést szenvedtek, azonban kihűlésük még a mátrai vulkanizmusnál is jóval később, a késő-miocénben fejeződött be.

Kulcsszavak

Recsk, hűléstörténet, (U-Th)/He-módszer, hűlési korok

Abstract

Most of the Alpean subduction related Paleogene magmatic complexes are located along the largest strike-slip fault zone of Europe, the so called Periadriatic Lineament. The Recsk Paleogene volcanic centre is the northeasternmost endmember of these complexes, which is placed along the Balaton Line, the continuation of the Periadriatic Lineament. The location of Recsk is unique, since the Plaeogene volcanic edifice is located in the northeastern foreland of a Miocene (16-14,5 Ma) volcano, called Mátra. It is assumed, that the Mátra volcano covered a much larger area in the Miocene than today, including the Paleogene complex of Recsk. According to this assumption, the goal of this study is to reconstruct the thermal history (paleogene burial, miocene magmatic heating and subsequent exhumation) of Recsk, after its formation. To answer this complex question, I applied the so called (U-Th)/He-method, the thermal sensitivity of which is between 60 and 180 ˚C for zircon and apatite, and so, combined with K/Ar and fluid inclusion data, it is suitable for the reconstruction of the thermal history of the area. It is clear, that all of the apatite (U-Th)/He-ages (5.4-19.9 Ma), and most of the zircon (U-Th)/He-ages (17.7-30.6 Ma) are younger, than the Paleogene formation age of the volcanites. Furthermore, there is also a vertical trend in the (U-Th)/He-ages (younger ages with increasing depth). According to these results, the paleogene rocks must have suffered a thermal overprint, but their cooling postdated the Miocene volcanism, and terminated only in the late Miocene.

Keywords

Recsk, thermal history, (U-Th)/He-method, cooling ages

Bevezető

A Periadriai Vonal magyarországi folytatása, a Balaton Vonal mentén három paleogén vulkáni centrum található: a Zalában, a Velencei-hegységben, illetve Recsken. Recsk az előbb említett három terület közül is kiemelt jelentőségű, lévén, hogy itt az intrúzióhoz, és a hozzá tartozó rétegvulkáni sorozathoz világviszonylatban is jelentős méretű rézporfíros és epitermás ércesedés kapcsolódik. Ennek köszönhetően a terület kutatása évszázados múltra tekint vissza, ide értve az itt mélyült, száznál is több mélyfúrást. A mélyfúrásoknak köszönhetően a magmás komplexumról most egyedülállóan gazdag, háromdimenziós adatbázis áll rendelkezésre.

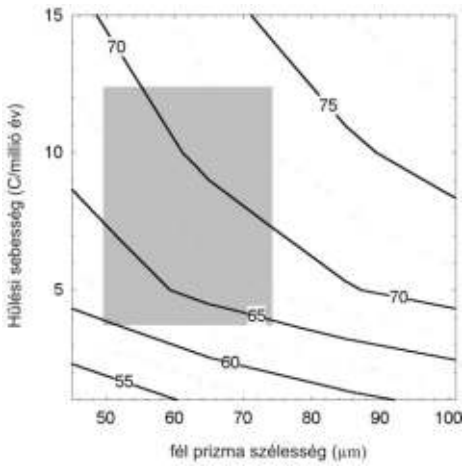
Ami Recsk helyzetét egyedivé teszi, az az a tény, hogy egy miocén vulkáni rendszer, a Mátra közvetlen előterében található, ráadásul jól láthatóan kiemelt helyzetben. A mai helyzet kialakulása előtt a területet egy paleogén üledékes összlet és feltételezhetően egy miocén sztratovulkáni sorozat is befedte, amely feltételezés bizonyítása termokronológiai módszerekkel lehetséges. Jelen munka keretein belül az ún. (U-Th)/He-módszert alkalmaztuk a fenti kérdések megválaszolásához.

1. Az (U-Th)/He-módszer

Az (U-Th)/He-módszer, vagy másnéven He-termokronológia egy izotópgeokémiai módszer, ami az ^{238}U, ^{235}U, ^{232}Th és ^{147}Sm izotópok radioaktív bomlásán alapszik. Ezen radioaktív izotópokból 6-8 lépésben egy stabil Pb-izotóp képződik, ami ezzel egy időben 6-8 He-atom (ennél a módszernél a leány elem) felszabadulását eredményezi. A He ezáltal mérhető mennyiségben, geológiai időskálán nézve gyorsan (pár 1000 év) fölhalmozódhat az U- ill. Th-tartalmú ásványfázisokban. A módszer további előnye, hogy a levegőből származó He-többlet (a levegő He-tartalma mindössze 5 ppm) csak elhanyagolható mértékű eltérést okoz a pontos értéktől a kormeghatározás során.

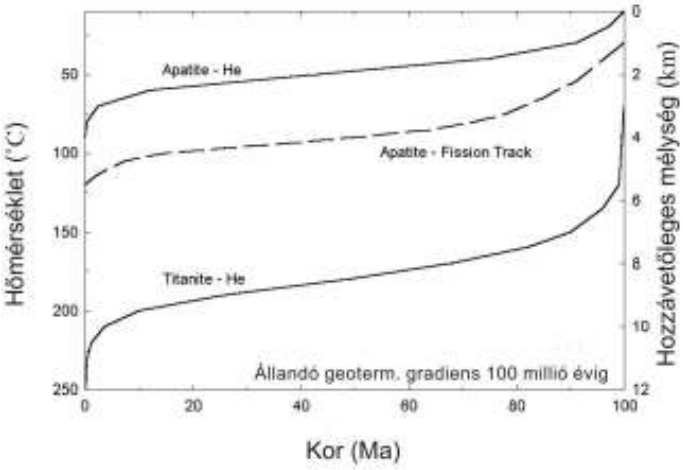
1.1. Záródási hőmérséklet, részleges visszatartási zóna

A He egy nagyon mobil, és nagy diffuzivitású elem, ennek következtében csak egy bizonyos hőmérséklet, az ún. záródási hőmérséklet alatt őrződik meg az ásványokban. A záródási hőmérséklet függ (i) a He kristályrácsban való diffuzivitásától (ii) a diffúziós domén méretétől (ez a legtöbb esetben megegyezik a kristálymérettel) (iii) a hűlési sebességtől (1. ábra)[1].



1. ábra: Az apatit záródási hőmérsékletének függése a kristálymérettől és a hűlési sebességtől [2]

Ezek alapján tehát a záródási hőmérséklet az egyes kristályoknál különböző, apatit esetében általában 50-70 ˚C, a cirkon esetében 130-180 ˚C körül van. Fontos továbbá, hogy a záródási hőmérséklet a többi termokronológiai módszerhez hasonlóan itt sem egy éles határ, mivel a diffúziós He-veszteség a hőmérséklettől és a hőhatás időtartamától függ. Éppen ezért beszélhetünk egy ásvány- és módszerspecifikus, ún. részleges visszatartási zónáról, amelyben a He felhalmozódása nem arányos az eltelt idővel, mert a He egy része diffúzióval eltávozik a rendszerből(2. ábra)[1].



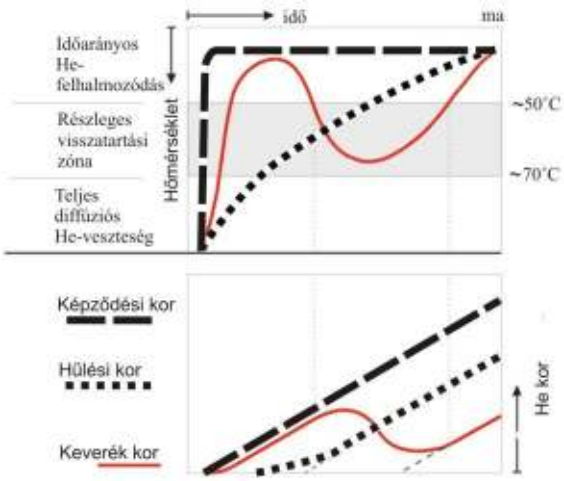
2. ábra: Részleges visszatartási zóna az apatit-He, apatit-hasadványnyom és titanit-He rendszereknél [2]

1.2. Az (U-Th)/He-módszer alkalmazása

Az előbbiekből következően, e módszer a mért ásványtól függően különböző hőmérsékleti tartományra érzékeny, így a kapott He korok alapján a kőzetek hőtörténetére tudunk következtetni.

Az eredményként kapott korok három nagy csoportra oszthatóak (3. ábra):

- Képződési korok: elsősorban fiatal vulkanitoknál.
- Hűlési korok: egyenletes hűlés esetén (pl. orogenezis, folyóbevágódás, elmozdulás).
- Keverék korok: komplex hőtörténet esetén (pl. magmás felülbélyegzés, többszöri betemetődés és felszínre kerülés).



3. ábra: A He-korok típusai [3] (módosítva)

2. Az (U-Th)/He-módszer alkalmazása Recsken

A dolgozat fő kérdése a mátrai neogén vulkanizmusnak a recski paleogén magmatitok hőtörténetére gyakorolt hatása volt, így a minták kiválasztása során arra törekedtünk, hogy a Recski Magmás Komplexumot a Mátrához viszonyítva horizontálisan és vertikálisan is egyenletesen megmintázzuk. Ennek megfelelően igyekeztünk a Mátra közvetlen közeléből, valamint attól minél távolabbról (északkeleti irányba), illetve a lehető legmélyebbről (kb. 1200 m) és a felszínről/felszínközelből mintákat gyűjteni. Ezeken felül kiválasztottunk a Mátrától közepes távolságban lévő, és közepes mélységben található, illetve a paleogén magmatitok legkeletibb és legnyugatibb részéből származó kőzetmintákat is. A kőzetek feldolgozása után a mintákból apatit és cirkonszemcséket válogattam ki, amelyek He-tartalmát He-tömegspektrométerrel, míg U és Th tartalmát ICP-MS-sel mértük meg.

Az eddigi eredményeket az 1. táblázat mutatja:

1. táblázat: He korok Recsken

Minta	*Kőzettípus*	*Mélység*	*Pozíció*	*Cirkon He kor(s.h.)/Ma/*	*Apatit He kor(s.h.)/Ma/*
AR 2 (Rm-103)	alsó riolittufa	-425	D		**11,2** (0,1)
AR 3 (Rm-12)	biotitandezit	-970	ÉK	**26,2** (0,1)	**5,6** (1,2)
AR 4 (Rm-87)	porfíros andezit	-379,8	É	**26,2** (1,3)	**9,5** (0,7)
AR 6 (Rm-85)	dioritporfirit	-965	D/közép	**17,9** (0,1)	
AR 7 (Rm-7)	porfíros andezit	-327,8	K	**30,7** (1,8)	**9,4** (0,3)
AR 8 (Rm-103)	a1q Qbiotitamfibolandezit	-1247	D	**19,0** (0,2)	**7,7** (0,3)
AR 9 (Rm-103)	breccsa andezittörmelékkel	-1094	D	**26,4** (3,4)	
AR 12 (Rm-36)	durvaporfíros andezit	-783,6	közép		**9,7** (0,8)
AR 13 (Rm-94)	andezittelér?	-871,7	közép	**32,9** (7,3)	
AR 14 (Rm-89)	py-es porf andezit	-953,5	D	**17,7** (1,3)	
AR 18 (Rm-28)	porfíros andezit	-272	NY		**11,4** (1,0)
AR19 (vagat700)	dioritporfír telér	-788		**25,2** (3,3)	**6,9** (0,2)
AR 21 (Rm-88)	porfíros andezit	-971,2	D	**18,4** (1,4)	**5,4** (0,2)
AR1-3A	glauk. Hkő	0	É		**12,5** (0,7)
AR1-3C	tömedék andezit	0	É		**19,9** (1.1)
R/4	Kanazsvar	0			**13,7** (0,3)

Az eredményekből kitűnik, hogy az apatit He korok egy kivételtől eltekintve jóval fiatalabbak a cirkon He koroknál. Ez azzal magyarázható, hogy az apatit záródási hőmérséklete jóval alacsonyabb, így az apatit kristályokban jóval később kezd felhalmozódni a He, ami fiatalabb He korokat eredményez. Az apatit He korok mind jóval fiatalabbak a paleogén összlet képződési koránál, így biztosan mondható, hogy a Recski Magmás Komplexumot olyan hőhatás érte, ami elegendő volt az apatit He korok teljes törléséhez. A cirkon He korok egy része a képződési korhoz közeli, míg a mélyebbről származó minták nagy része annál jóval fiatalabb, de a mátrai vulkanizmusnál idősebb, 17-19 millió éves He korokat mutat. Ez azt jelenti, hogy a mélyebb minták esetében a hőhatás elegendő volt még a cirkon He korok részleges törléséhez is. A mindkét ásvány esetén észlelhető, lefelé történő fiatalodás érthető, mivel a hűlési korok a rétegtani korokkal ellentétben, lefelé történő fiatalodást mutatnak.

A pontos hőtörténeti rekonstrukcióhoz további mérésekre, fluidzárvány- és esetlegesen szervesanyag-érettségi-, ill. hasadványnyom-adatokra, továbbá modellezésre van szükség. A modellezés során az alábbi paraméterek veendők figyelembe:

- a fedőrétegek vastagsága;
- a mátrai vulkanizmus által okozott, emelkedett hőfluxus mértéke;
- a mátrai vulkanizmus által okozott, emelkedett hőfluxus időtartama;
- a kiemelkedés sebessége.

Irodalom

[1] http://www.sediment.uni-goettingen.de/staff/dunkl/edu/

[2] Farley, K., A., 2000: Helium diffusion from apatite; general behavior as illustrated by Durango fluorapatite. J Geophys Res, 105(B2):2903-2914.

[3] Wagner, G., A., 1979: Correction and interpretation of fission track ages. Lectures in Isotope Geology, Springer-Verlag, Heidelberg pp. 170–177.

Adalékok a recski mélyszinti ércesedés geokémiai jellemzéséhez

Geochemical charactesitistics of the base metal mineralisation of Recsk Deep — overview

SZEBÉNYI GÉZA[1], CSILLAG JÁNOS[2], ZELENKA TIBOR[3]

[1]*Mecsekérc Zrt. (szebenyigeza@mecsekerc.hu);*
[2]*nyugalmazott főgeológus (jcsillag.geolog@t-online.hu);*
[3]*címzetes egyetemi docens (zelenka.tibor@gmail.com)*

Összefoglaló

A recski mélyszinti ércesedés Európa egyik nemzetközi szinten is jegyzett, ismert rézporfíros előfordulása. Fő ipari típusai a Cu-Mo porfíros érc, a szkarnos rézérc és a szkarnos cinkérc. A recski mélyszinti ércelőfordulás kutatása során nagyszámú mintán vizsgálták a nyomelemeket is. Jelenleg nem ismeretes a recski mélyszinten olyan ritkaelem, amelynek hasznosítása önálló nyersanyagként számbavehető lenne. A recski mélyszinti ércelőfordulás ritkaelemeinek feldúsulásai külön bányászati-ásványelőkészítési ráfordítások nélkül abban az esetben hasznosíthatók, ha azok bekerülnek a szulfidos ércek érckoncentrátumaiba. Kiemelkedő gazdasági jelentősége lehet a molibdén koncentrátum rénium-, palládium-, platina- (esetleg szelén- és tellur-) tartalmának, és a szkarnos rezes cinkércek indium tartalmának. Van egy kimutatott „új" elem (W-wolfram, $CaWO_4$-scheelit ásvány formájában), aminek a gazdasági jelentőségét még nem tudjuk pontosan megítélni.

A recski mélyszinti ércesedés célirányos nyomelem-vizsgálata hasznos információt szolgáltat mind a nyersanyag gazdasági értékének megítéléséhez, mind pedig az ércképző folyamatok jellegzetességeinek megértéséhez.

Kulcsszavak

Nyomelemek, Recsk, rézérc, molibdénérc, cinkérc, rénium, indium, kadmium

Abstract

The Recsk Deep is known as host of major porphyry and skarn copper and copper-zinc mineralization. Through the research of the deep level ore occurance in Recsk it was examined the trace elements on numerous sample. Currently, there is not known rare elements in the deep level in Recsk, which substantive usage is considerable. The enrichments of the deep level ore mineralization's rare elements in Recsk are usable, if they get to the concentrate of sulfide ore. The molybdenum concentrate, rhenium, palladium, platina (perhaps it's content of selenium and tellur) and scarnic copper zinc ore's indium content would have significant economical meaning. There is a detected „new" element (W-wolfram, in $CaWO_4$-scheelit mineral form) which economical significance has not known yet.

Specific trace element analysis of deep level ore mineralization at Recsk provides useful informations in favour of understanding the economic value of the raw material and the ore formation processes.

Keywords

Trace elements, Recsk, copper ore, molybdenum ore, zinc ore, renium, indium, cadmium

Bevezető

A recski mélyszinti ércelőfordulás kutatása során nagyszámú mintán vizsgálták a nyomelemeket is. Főelemnek számított a *Cu, Pb, Zn, Fe, Mo, S, Au, Ag,* illetve a földkéregben százalékos mértékben előforduló elemek, mint a *Si, Na, K, Ca, Mg*. A többi elem vizsgálata a

nyomelem kategóriába került. A nyomelem vizsgálatok során a ritkaföldfémekre külön figyelem nem fordítódott, de elemzésük a nyomelemvizsgálatok része volt.

A vizsgálatok a kutatások *1958-1985 közötti* idejének megfelelő eszközökkel és módszerekkel, a Magyarországon akkor elérhető lehető legmagasabb szinten folytak, az elején félmennyiségi, majd uralkodóan mennyiségi színképelemzéssel. A fent jelzett időszak után az elemek meghatározási módszereiben, eszközeiben, technológiájában és elméleti tudományos megalapozásában óriási fejlődés zajlott le.

A kutatásokat kiértékelő három alapvető összefoglaló jelentés ([1], [2], [3]) mindegyike foglalkozott a nyomelemek áttekintő értékelésével. A recski mélyszinti ércelőfordulás első szakmai ismertetéseiben az egyes szakterületi cikkek tartalmazták az intruzív magmás képződmények [4], az átalakulást szenvedett kőzetek [5], és az érctípusok [6] nyomelemzésének áttekintő jellemzését is.

A szkarnos ércekre vonatkozó ismereteket 1990-ben Cseh Németh J. önálló cikkben foglalta össze [8]. A recski ritkaelemek gyakorlati hasznosíthatósági értékelésének legfontosabb eredményei a színesfém dúsítmányok ritkafém standard mintáinak vizsgálata [7] során születtek. A RÉV-DCI beruházási tanulmány készítésekor végzett technológiai vizsgálatok során az Anamet Services (Bristol, UK) [9] munkája szolgáltatott új adatokat. Az elmúlt évtizedben OTKA keretében az arany és a platinacsoport elemeinek ellenőrző vizsgálatára került sor a recski ércmező főbb érctípusainak mintáin [10]. A meglévő adatok szintetizálásával és a bányabeli kutatás során szerzett újabb összefüggések ismertetésére konferenciákon ([11], [12], [13]) került sor. Anyagunk a recski mélyszinti ércvagyon újraértékelése keretében végzett összefoglaló [14] alapján készült.

1. Érctípusok és színporok nyomelem tartalma

Jelenleg nem ismeretes a recski mélyszinten olyan ritkaelem, amelynek hasznosítása önálló nyersanyagként számbavehető lenne. Bár az epidotos szkarnokban az epidottal összenőve helyenként ortitos, apatitos és titanitos szemcsékhez kötötten, lokálisan 20% mennyiséget elérő La és Ce dúsulás észlelhető [5], ennek érctest méretben geometrizálható dúsulásai eddig nem ismertek.

Azonban több dúsult nyomelem található a recski mélyszint érceiben, melyek tartalmát – akár mint hasznos, akár mint káros járulékos komponenseket – ismerni kell.

Az érctípusok nyomelemvizsgálatait elemezve látható, hogy:

- porfíros rézérc fő elemei a Cu-Mo; járulékos elemei - Zn, Fe, Au, Ag, Pb; nyomelemek min. 100-szoros klark dúsulásban - Cd, In, As, Sb, Bi, Se, Te, Re;
- porfíros réz-molibdén érc fő elemei a Mo-Cu; járulékos elemei - Zn, Fe, Au, Ag, Pb, Pt, Pd, Re, nyomelemek min. 100-szoros klark dúsulásban - Re, Pd, Pt;
- szkarnos rézérc fő elemei a Cu-Fe; járulékos elemek - Zn, Au, Ag, Pb, Mo, (Bi), nyomelemek min. 100-szoros klark dúsulásban - Cd, As, Sb, Bi, Se, Te;
- szkarnos polimetallikus érc (rezes cinkérc) fő elemei a Zn-Cu-Fe-(Pb); járulékos elemei - Cd, In, Au, Ag, Pb, Mo, (Bi-Te), nyomelemek min. 100-szoros klark dúsulásban - Cd, In, Au, Ag, Pb, Mo, (Bi-Te);
- szkarnos piritérc fő elemei a Fe-(Cu-Zn); járulékos elemei - Au, Ag, Pb, Mo, nyomelemek min. 100-szoros klark dúsulásban - Cd, As, Sb, Bi, Se, Te.

Az ércdúsítmányok szisztematikus ellenőrző vizsgálatának eredményeit áttekintve a színpor típusok koncentrációit a következőkben összegezhetjük:

- A réz színporban: 21,6 g/t Co, 32,6 g/t Ni, 10,5 g/t Ge, 5,2 g/t Ga, 1594 g/t As, 187 g/t Se, 176 g/t Cd, 210 g/t Sn, 57,5 Ag, 25 g/t Te, 1050 g/t Sb, 1,8 g/t Au, 0,12 g/t Pt, 364 g/t Mn, 3,9 g/t Ce, 200 g/t Mo.
- A molibdén színporban: 210 g/t Se, 1981 g/t Re, 6,6 g/t Pd, 12,4 g/t Ag, 320 g/t As, 7,3 g/t Te, 2,2 g/t W, 2,0 g/t Au, 1,3 g/t Pt, 10 g/t Ce.
- A cink színporban: 20,9 g/t Co, 3,2 g/t Ga, 2,3 g/t Ge, 106 g/t As, 98 g/t Se, 2496 g/t Cd, 22,3 g/t Ag, 10,8 g/t Te, 80 g/t In, 4,4 g/t W, 1964 g/t Mn, 6 g/t Ce, 4,2 g/t Tl, 0,3 g/t Sc.
- A pirit színporban: 35,3 g/t Co, 16,5 g/t Ni, 5 g/t Ga, 3,4 g/t Ge, 291 g/t As, 86 g/t Se, 21,7 g/t Ag, 25 g/t Te, 4,4 g/t W, 0,04 g/t Au, 0,3 Pt, 446 g/t Mn, 7,3 g/t La, 9,6 g/t Ce.

A színporokban a vizsgált 44 elem geokémiai dúsultsága nagyságrendileg a következőképpen jellemezhető:

- Százezerszeres földkéreg átlag (klark): Re és Mo a Mo-színporban.
- Tízezerszeres klark: Te (Cu, Zn, Py-színporokban), Cd (Zn-színporban).
- Ezerszeres klark: Cu (Cu-színporban), Zn (Zn-színporban), Cd (Cu-színporban), Sb (Cu-színporban), Pd (Mo-színporban), S (Py-színporban), Te (Mo-színporban).
- Százszoros klark: As, Se, Bi, Ag (mindegyik színporban), Pb (Cu, Mo, Zn-színporokban), In (Zn-színporban), Cd (Py-színporban), Sb (Mo-színporban), Au (Cu és Mo-színporban), Bi (Cu, Zn, Py-színporokban), S (Cu, Mo, Zn-színporokban); Cu (Zn-színporban), Zn (Cu-színporban), Cd (Mo, Py-színporban), Pb (Cu, Zn, Py-színporokban).
- Tízszeres klark: Pt (Mo-színporban), Sn (Zn-színporban), In (Cu, Mo, Py-színporokban), Au (Py-színporban), Pb (Py-színporban).
- Klark körüli értékek: Fe, Co, Ni, Ge, W (Mo, Zn, Py-színporokban), Mn (Zn-színporban), Tl (Zn-színporban).
- Földkéreg átlaga alatti gyakoriság: P, Ga, Zr, Y, Ba, Hg, V, La, Pr, Ce, Th, Nd, Sm, Eu, Gd, Cr, Sc. Ebből látható, hogy a szulfidos ércekben a vizsgált ritkaföldfémek nem dúsulnak.

2. Aktuális kérdések

A porfíros ércekben a réz melletti jellegzetes elem a molibdén. A Mo a Cu-zónák peremén, és azokkal átfedésben fordul elő, illetve dúsulásai az intruzív fázisok közül a magasabb kvarctartalmúhoz kapcsolódik inkább. Helyenként extrém (>0,5%) magas molibdén értékek fordulnak elő az adatbázisban. Fontos volna ellenőrző vizsgálatuk mind gazdasági mind pedig ásványtani-geokémiai szempontból is.

A molibdéntartalom nemcsak a porfíros érces zónában dúsul, de az exoszkarnok alacsonyabb elsődleges Ca és magasabb SiO_2 tartalmú részein is. A molibdénben dús szkarnokban helyenként (-900 m/3K-i vágat) anomálisan magas wolfram tartalom került kimutatásra. A minták és a vágatfalak UV lámpás vizsgálata során kékesfehér fluoreszcens fény mutatta a szórt scheelit jelenlétét [13]. Gyakori együttes előfordulásuk alapján a scheelit-tartalom az aranydúsulás egyik jelzője is lehet. A scheelit ($CaWO_4$) előfordulása a Miskolci Egyetem ásványtani vizsgálatai segítségével (CriticEl project) azóta közvetlen megerősítést nyert (Földessy J. szóbeli közlés, 2013-07-23). A recski molibdén fontos és értékes ritkaeleme a rénium. *A Re a molibdén színporban 0,19%-ig dúsul, mellette még – többek között – a palládium, platina, szelén és tellur is található* (Zelenka 1984).

A recski réztartalmú cinkércek fő haszonásványa a széles határok között változó, de magas vastartalmú (2,58-10,55% Fe [9], 1,8-13,9%; uralkodóan 8-12% [15]) marmatit. A marmatit fontos nyomeleme a kadmium, amely a cinkkoncentrátumban 0,22-0,28% közötti átlagú, tervezéshez 0,25% elfogadott értékkel dúsul. Az előzetes adatok szerint az ólom-cinkércek különböző típusaiban az indium is koncentrálódik. A szkarnos cinkérc koncentrátumban 500-szoros klarkkal [9]) található.

A magnézium-tartalom széles határok között (0-28 (40)%) változik a mélyszinti képződményekben. Vannak jellegzetes helyi retrográd szkarnos képződményeink (szerpentines anhidrites aposzkarnok), melyek bizonyos esetekben magas aranytartalmú dús rézérceket, illetve tömeges magnetitet tartalmaznak, de előfordulnak teljesen ércmentes szakaszok is. Az aposzkarnok több elemre perspektivikusak.

További vizsgálatok kimutathatják lokális magnezit-testek jelenlétét, de külön vizsgálatot igényelne a talk-brucitos dúsulások jelentőségének felmérése is. Geokémiai tapasztalat, hogy helyenként a magas magnéziumtartalmú környezetben megváltozik a pirit-kalkopirit arány (a szokásos 10:1-ről 1:1-ig) a kalkopirit javára [13].

3. Összefoglalás

A recski mélyszinti ércelőfordulás ritkaelemeinek feldúsulásai külön bányászati-ásványelőkészítési ráfordítások nélkül abban az esetben hasznosíthatók, ha azok bekerülnek a szulfidos ércek érckoncentrátumaiba. Az ércdúsítási koncentrátumok összetételéből következtethetünk azokra a ritkaelemekre (pl. Au-Ag, Se, Cd, As), melyek a fő hasznos fémek előállításának technológiai folyamatában mint értékadó melléktermékek, vagy mint költségnövelő káros anyagok jelen vannak. A nemzetközi kereskedelemben az értéknövelő és értékcsökkentő tényezők alapján határozzák meg az egyes érckoncentrátumok értékét, árát [14].

Kiemelkedő gazdasági jelentősége lehet a molibdén koncentrátum rénium-, palládium-, platina- (esetleg szelén- és tellur-) tartalmának, és a szkarnos rezes cinkércek indium tartalmának. Van egy kimutatott „új” elem (W-wolfram, $CaWO_4$-scheelit ásvány formájában), aminek a gazdasági jelentőségét még nem tudjuk pontosan megítélni [14].

Ma a nyomelemek vonatkozásában (de például az aranyat érintően is) a meglévő eredményeink csak előzetes és nem pontos becslésnek tekinthetők. Az elmúlt évtizedek műszaki-tudományos fejlődésének következtében az új, sokkal pontosabb és sokkal megbízhatóbb vizsgálati módszerekkel, műszerekkel meglepő és jelentős vadonatúj felismerések születhetnek a recski mélyszint képződményeinek vizsgálata során. A korszerű anyagvizsgálati módszerekkel célszerű újra ellenőrizni a különböző típusú recski ércdúsítmányok teljes nyomelem-összetételét. Ebből a szempontból külön gondot jelent a mintázható érckoncentrátumok hiánya [14].

A recski mélyszinti ércesedés célirányos nyomelem-vizsgálata hasznos információt szolgáltat mind a nyersanyag gazdasági értékeléséhez, mind pedig az ércképző folyamatok tudományos megértéséhez.

Irodalom

[1] Gagyi Pálffy Sr., A., Cseh Németh, J., Zelenka, T., Gagyi Pálffy Jr., A., Lázár, B., Csillag, J., Nagy, I., Szilágyi, G. et al. (1972): A recski mélyszinti ércelőfordulás külszíni mélyfúrásos kutatásának összefoglaló földtani jelentése és készletszámítása 1971 (Reserve estimation and final geologic report on the surface drilling exploration of the Recsk Deep ore deposit). OÉÁ Technical Report, Budapest. (In Hungarian) — Kézirat. OÉÁ Budapest, 1972. MBFH OFGBA: T_3802

[2] Cseh Németh, J., Baksa, Cs., Földessy, J., Földessy-Jármányi, K., Gasztonyi, É., Verő, L., Ráner, G., Taba, S., Balla, Z., Schönviszky, L., Karas, Gy., Szalma, S., Szongoth, G., Viola, B., Zelenka, T., Szilágyi, G. (1984): A recski mélyszinti előfordulás külszíni mélyfúrásos kutatásának összefoglaló földtani jelentése és készletszámítása (Reserve estimation and final geologic report on the surface drilling exploration of the base metal ore deposit of Recsk Deeps). — Kézirat. Országos Érc- és Ásványbányák – KBFI Technical Report, Budapest. MBFH OBFGA No_T12588.

[3] Baksa, Cs. (Ed. in chief), Szebényi, G.(Ed.), Gasztonyi É., Polgár, I., Kun, B., Szilágyi, G., Cseh- Németh, J., Holló, S., Csillag, J. (1988, 1990): A recski mélyszinti színesfémérc előfordulás bányabeli részletes fázisú földtani kutatásának összefoglaló földtani jelentése és készletszámítása 1986. Cu cut-off 0,6% (1988): I. szöveg/1-4 kötetek, II. mellékletek/1-4 (I-VIII) kötetek., Cut-off 0,4% (1990): IX-XIV. kötetek) (Final geologic report and resource-reserve estimation of Recsk Deeps on the base data of underground exploration, vol. I-XIV. — Kézirat, OÉÁ Rézérc Művei–OÉÁ Központ, Recsk-Budapest. 1988 és 1990., OFGA T: 15507, Budapest., (in Hungarian)

[4] Baksa Cs. (1975): A recski mélyszinti szubvulkáni andezittest és telérei. – Földtani Közlöny vol. 105, pp. 612-624.

[5] Csillag J. (1975b): A recski terület magmás hatásra átalakult képződményei (Rocks transformed upon magmatic effect in the Recsk area, Hungary). Földtani Közlöny, v. 105, 646-671. (in Hungarian).

[6] Csongrádi, J. (1975): A recski mélyszinti színesfém-ércesedés jellemzése ércmikroszkópiai vizsgálatok alapján (Characterization of the deep-seated base metal ore mineralization of Recsk on the basis of ore-microscopic analyses). Földtani Közlöny, 105, 672-691. (in Hungarian)

[7] Zelenka T. (1984): Jelentés. Színesfém dúsítmányok ritkafém standard mintái. — Kézirat, OÉÁ Központ, Budapest, OFGA Recski Adattár No. 63

[8] Cseh-Németh, J. (1990): Kontakt-metaszomatikus szkarnos réz- és polimetallikus érclelőhely típus (Recsk). (Recsk Deep — Type of the contact-metasomatic copper and zinc deposit). MÁFI Éves Jelentés 1989. évről, 1990. pp. 113-176., (in Hungarian)

[9] Anamet Services (1991): Characterisation of Cu-Zn skarn ores from the Recsk Deposit, Hungary: chemistry, mineralogy and flotation testwork. Part 2 — Kézirat. United Kingdom, Bristol. MBFH OFGA recski adattár: No_3664

[10] Bertalan É., Bartha A., R. Juvonen, L. Soikelli, Földessy J., Szebényi G. (2004): Nemesfémek meghatározása recski ércmintákból: savas kioldás és tűzi módszerek hatékonyságának vizsgálata. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2002 (2004), pp. 69-80.

[11] Szebényi G., Földessy J. (2010): Rénium — egy fontos nyomelem a recski mélyszint érceiben. — Poszter prezentáció. In: Harangi Sz. (ed.): I. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés, Gárdony, 2010. június 11-13., Abstract kötet: 36. old.

[12] Szebényi G., Bokányi Lj., Bőhm J. (2011): A recski mélyszinti ércek dúsítási típusai. — Poszter prezentáció. In: Wanek F, Gagyi P. A. (Ed's) 2011: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság XIII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Gyergyószentmiklós, 2011. március 31.-április 3., [Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania, 13th Mining, Metallurgy and Geology Conference, Gheorgheni, March 31-April 3, 2011], Abstract kötet: 300. old.

[13] Szebényi G. (2013b): A recski mélyszinti ércesedés néhány geokémiai jellemzője. — Kézirat. MFT Földtani Vándorgyűlés, Veszprém, 2013. július 4-6., Előadáskivonatok, p.78-79.

[14] Szebényi G. (ed.), Szabó R., Barna I., Fodor B., Zelenka T. (2013): A recski mélyszinti ércesedés újraértékelése. — Kézirat, Mecsekérc Zrt., Pécs.

[15] Bőhm J., Bokányi Lj. (1991): Kutatási jelentés: Recski réztartalmú cinkérc dúsítási alapvizsgálatai. — Kézirat. NME, Miskolc

Agyagásványos és kőzetüveg tartalmú kőzetek mikroszkópos vizsgálata ráeső fénnyel

Reflected light microscopy of argillic and glass-bearing rocks

ZELENKA TIBOR

c. egyetemi docens (Miskolci Egyetem Ásvány - Földtani Intézet)
H-2038 Sóskút Viola u. 9.
zelenka.tibor@gmail.com

Abstract

The literature of rock microscopy (Kubovics, 1993) describes the rock alterations on the basics of their optical properties, which can be observe under the conventional polarised light microscope. This conventional microscopic description of glass-bearing and argillic rocks plays an important role on the description of the original rock texture. The minerals are easily distinguishable in transmitted and polarised light. The opaque minerals have characteristic reflection under linearly polarized light (Molnár & Szentpéteri, 2005).

The reflected light microscopy of volcanic glass-bearing rocks (pearl stone, pumice, etc.) and mainly argillic altered volcanic-sedimentary rocks (tuff, tuffite, lava) revealed that the texture of the original rock becomes more visible. Besides this, the reflection of the clay minerals and partly the glassy elements highlight such textural features, which are only visible under electron microscope. This method certainly will not replace the complex mineralogical examinations (X-ray, electron microscope, microprobe, etc.). However it enables the more detailed petrography of gangue minerals (texture, composition of some micro particles, etc.), quasi see inside the upper, few micron thick surface of the rock. We present the following examples to demonstrate the above mentioned observations. The transmitted and reflected light microscopic images were taken on the same specimens and short descriptions are always available about it.

1. Kaolin mottled bentonite from Újhegy, Rátka. The Late Sarmathian deposit is a sediment of a geyser lake, where the kaolin were seceded as dispersed, few millimetre sized grains in the unconsolidated montmorillonitic and aleuritic sediment (Mátyás, 1966), next to redeposited quartz, feldspar, mica and polymict argillite grains. Besides this, lacustrine plant stem remains are also recognizable in the rock.

The micro-layered, fluffy-looking part of the rock with bentonitic groundmass is well separated from the kaolinitic layer (with higher refractive index at the bottom of the image) under the transmitted light microscope (Figure 1.1).

The kaolinitic pseudo-hexagonal "mottlings", which has white reflectance were grown on to the bentonitic groundmass, where a 200 µm sized, argillic pumice grain can be observed under the reflected light microscope (Figure 1.2). There are finer-grained, kaolinitic and tabular crystals at the edge of the kaolin mottlings with a few microns wide cristobalite layer. In another sample the kaolinitic layer also contains argillic pumice grains. The kaolinitic pseudo-hexagonal grains here have dark grey, 50 µm-sized cores, which suggest that the kaolinite deposited on the surface of an older grain.

2. Pumicite breccia with pearl stone from Páska-tető, Nagybózsva. The outcrop represents a former subaqueous eruption centre of Early Sarmathian age, where the perlitic rhyodacite breccia filled out the volcanic conduit. This rock type contains various volcanic glasses (obsidian, pearl stone, pumice, and pitchstone), well sorted volcanoclastic sediments and bombs. The glassy particles of the rock are swelling volcanic glass on the basis of their bound water content (Zelenka, 2008).

In transmitted light (Figure 2.1) we can observe isotropic, 150-200µm and 200-400µm-sized, grey and rounded pearl stone grains, brown pitchstone and micro-tubular pumice fragments, pleochroic brown biotite, tabular feldspar and opaque magnetite and ilmenite crystals, cemented by fluidal textured volcanic glass groundmass. In the glassy groundmass the 2-10µm-sized nuclei, like the spheral globulite, long and lamellar longulite and the anisotropic tabular trichite grains are arranged in downstream.

In reflected light (Figure 2.2) the marekanitic obsidian core of the pearl stone and the latter formed 2-5 µm wide pearl garland have white reflection in the black, isotropic glass groundmass. The onionskin structure of the pearls is clearly visible due to the lower bireflactive clay minerals with white reflection, which are infilling the fractures. The argillic alteration along the edges and fractures consist of illite and chlorite based on electron microscopic and X-ray studies (Dódony, 1987). Disseminated and xenomorphic quartz crystals are located along the edges of breccia clasts and in the glassy groundmass. Quartz and clay mineral grains form an approximately

5-10 μm wide veinlet along the altered cleavage planes of the biotite crystal. The weakly altered tabular feldspar crystal has white reflection and the oval and circular cavities are also well visible, which was formed during the sample preparation.

Summarizing the above presented observations I can conclude that the application of reflected light microscopy in the petrography of argillic and glassy rocks can complement the textural observations and alteration mineralogy with important details.

Bevezető

Az agyagásványos- és üveges kőzetek mikroszkópos vizsgálata során ráeső fénnyel néhány mikron vastagságig be lehet látni a kőzet felszínébe. A kőzetalkotó ásványok reflektanciája segítségével az áteső fényes vizsgálatokhoz képest – összhangban az egyéb műszeres anyagvizsgálatok adataival – a kőzet szöveti elemei és ásványos összetétele, valamint az elváltozási elemek helyei pontosíthatók egy vékonycsiszolatban.

A földtani kőzetmikroszkópos irodalom (Kubovics, 1993) [2] az ásványokat és a kőzetelváltozásokat a hagyományos polarizációs mikroszkópi vizsgálatokkal az optikai jellemzők alapján ismerteti. A kőzetüveg- és agyagásvány tartalmú kőzetek ilyen módszerű meghatározása az eredeti kőzetek alkotóelemei szöveti jellemzőinek meghatározása miatt fontos. Az áteső poláros fényben jól megkülönböztethetők az egyes ásványok. Az opak ásványok a ráeső lineárisan poláros fény hatására jellemző reflexiót adnak (Molnár-Szentpéteri, 2005)[4].

A vulkáni üveg-tartalmú kőzetek (perlit, horzsakő, stb) és a tömegükben agyagásvánnyá átalakult főleg vulkáni üledékes kőzetek (tufa, tufit, láva) ráeső fényben való vizsgálata azt bizonyította, hogy ezen vizsgálati módszerrel az eredeti kőzet szöveti elemei jobban kivehetőkké válnak. Emellett az agyagásványok és részben az üveg elemek reflexiója olyan ásványtani jellemzőket tesznek felismerhetővé, melyek csak elektronmikroszkóppal rögzíthetők. Természetesen ez a módszer a komplex ásványtani (röntgen, elektronmikroszkóp, mikroszonda, stb) vizsgálatokat nem váltja ki, viszont a hagyományos csiszolat leírás mellett lehetővé teszi a nemérces ásványok eltérő reflexiója alapján kiegészítő ásványtani jellemzők (szöveti kép, egyes mikroelegyrészek összetétele, stb.) mikroszkópos rögzítését mintegy „belelátva” a kőzet néhány μ-os felszínébe, és azok képsíkban való helyzetére. A fenti megfigyelésekre az alábbi példákat mutatjuk be úgy, hogy az áteső és a ráeső fénnyel megvilágított ugyanazon preperátum képeit és rövid magyarázatát adjuk:

1. Rátka-Újhegyi kaolinpettyes bentonit

A lelőhely egy felsőszarmata korú hévizes gejzír tó medence üledéke, ahol a géles állapotú montmorillonitos–aleuritos üledékben néhány mm-es kaolinites szemcsék diszperzen váltak ki (Mátyás, 1966) [3] az áthalmozott kvarc-, földpát-, biotit-, csillám szemcsék és agyagkavics mellett. Ezen kívül szerves anyagú hengeres átmetszetű gyűrűs (200×100μ) tavi növényi szár-maradványok is felismerhetők a kőzetben (2.1.; 2.2. ábrák).

Áteső fényben (1.1. ábra) jól elkülönül a mikrorétegzett, pelyhes megjelenésű, bentonitos alapanyagú kőzetrész, melyhez a kép alján kaolinites, nagyobb törésmutatójú hosszanti sáv csatlakozik. A plagioklász földpát töredékek jelentős méretűek (500×250μ) (2.1ábra).

Ráeső fényben (1.2. ábra) a homogén bentonitos sávban felismerhető egy 200 μ-os elagyagosodott horzsakő törmelék, alatta a kaolinos sávban a fehéren reflektáló kaolinites

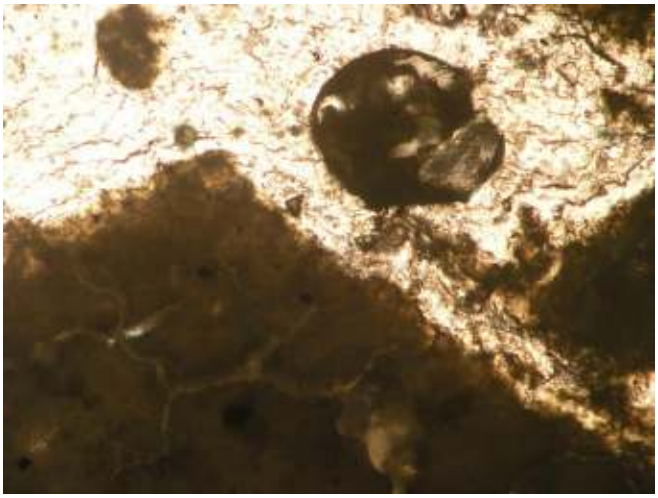
álhatszöges „pettyek”, mintegy utólag ránőttek a bentonitos alapanyagra. A kaolin pettyek szélén finomabb szemcsés kaolinites táblák láthatók, a szélen néhány μ-os krisztobalit sávval. Van olyan minta, ahol a kaolinos sávban is látszik egy nagy horzsakő szövet maradványa. (2.2. ábra) Itt az álhatszöges kaolinites szemcsék belsejében 50 μ-os sötétebb szürke magok arra utalnak, hogy a kaolinit egy-egy korábbi „kovaanyagú szemcsére” csapódott ki. A növényi szár hengeres gyűrűs rostjai gyengén reflektálnak. (2.2. ábra)

2. Nagybózsva –Páska-tetői lávahorzsás perlites breccsa.

A lelőhely egykori víz alatti kitörési központ az alsó-szarmata riodácitos perlites vulkáni breccsa kürtő anyaga . Ez a különböző vulkáni üveg tartalmú (obszidián, perlit, szurokkő, horzsakő), részben osztályozott törmelékből, részben perlit bombákból álló kürtőkitöltés a kötött víztartalma alapján duzzadó vulkáni üveg (Zelenka T. 2008) [5].

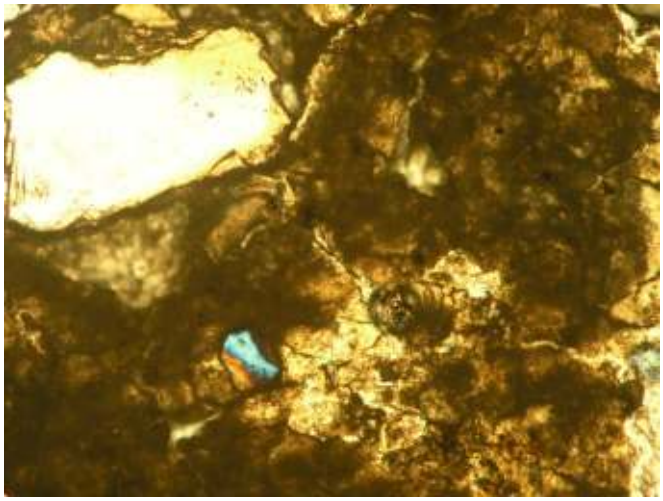
Áteső fényben (3.1.; 4.1. ábra) a főleg izotróp 150-200 μ- 200-400 μ -os tört, lekerekített szürke perlit, barna szurokkő és mikrocsöves lávahorzsa üveges darabjait, a nagy pleokroós barna biotitot, a táblás földpátot és a 20-50 μ-os opak magnetitet, ilmenitet folyásos szövetű vulkáni üveg alapanyag cementálja. (4.1. ábra) Az üveges alapanyagban a kristálycsírák 2-10 μ-os globulit kerekded, longulit hosszú lemezes és trichit apró táblás anizotróp szemcséi a folyási irányba rendeződnek.

Ráeső fényben (3.2; 4.2 ábra) a fekete izotróp üveganyagban a perlit szemcsék marekanitos obszidián magjai és az utólag kialakult 2-5 μ széles gyöngyfüzér, hagymahéj formájú repedések devitrifikált kis kettőstörésű agyagásványos anyagai fehér reflexiót mutatnak. Az erek, szegélyek melletti agyagásványos átalakulásokat már korábban a transzmissziós elekronmikroszkópos- és röntgen vizsgálatok kloritnak, illitnek (Dódony, 1987) [1] minősítették. A közet üveges izotróp alapanyagában, valamint a breccsa szegélyeken néhány mikronos devitrifikálódott, szabálytalan alakú kvarc szemcsehintések láthatók. A nagy biotit kristály lemezes bontott hasadási vonalai mellett 5-10 μ-os, fehéren reflektáló kvarc-agyagásványos szemcsék, szemcsesorok ismerhetők fel. A szurokkő töredék fehér matt fénnyel reflektál. A csiszolat preparátum készítésekor keletkezett kör-ovális átmetszetű hólyagüregek fehéren reflektálnak. A táblás földpát kristály gyenge agyagásványos bontása fehér reflexiót mutat.



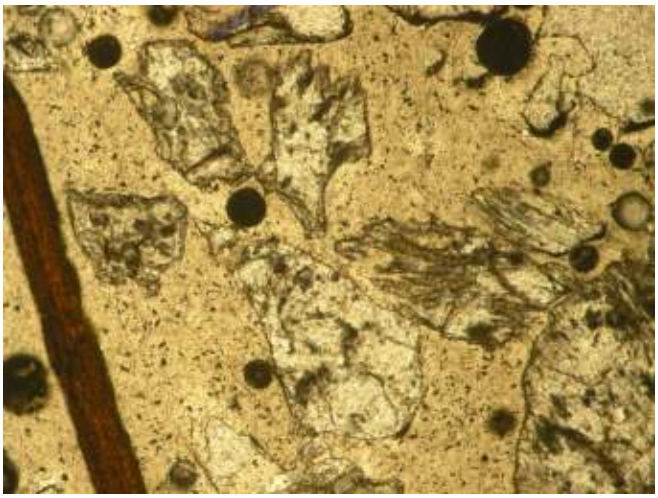
1.1. ábra. Rátka Újhegyi kavicsos kaolinpettyes bentonit vékonycsiszolati képe áteső fényben (007.T)

1.2. ábra. Rátka Újhegyi kavicsos kaolinpettyes bentonit vékonycsiszolati képe ráeső fényben (007.R)



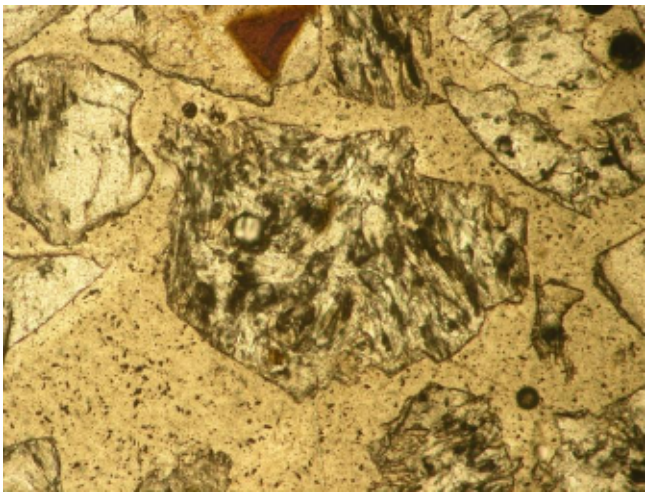
2.1. ábra. Rátka Újhegyi kristálytöredékes, növénymaradványos kaolinpettyes bentonit vékonycsiszolati képe áteső fényben (005.T)

2.2.ábra. Rátka Újhegyi kristálytörmelékes, növénymaradványos kaolinpettyes bentonit vékonycsiszolati képe ráeső fényben (005.R)



3.1. ábra. Nagybózsva Páska-tetői kristálytörmelékes lávahorzsás üvegbreccsa vékonycsiszolati képe áteső fényben (003.T)

3.2. ábra. Nagybózsva Páska-tetői kristálytörmelékes lávahorzsás üvegbreccsa vékonycsiszolati képe ráeső fényben (003.R)



4.1. ábra. Nagybózsva Páska-tetői szurokköves üveges lávabreccsa vékonycsiszolati képe áteső fényben (001.T)

4.2. ábra. Nagybózsva Páska-tetői szurokköves üveges lávabreccsa vékonycsiszolati képe ráeső fényben (001.R)

Irodalom

[1] Dódony I. (1987): Hazai SiO_2 gazdag vulkáni üvegek finomszerkezetének traszmissziós elektronmikrosz -kópos vizsgálata. ELTE. Ásványtani Tanszék (kézirat). SZM –B/1987

[2] Kubovics I. (1993): Kőzetmikroszkópia. 2. köt. Tankönyvkiadó, Budapest, (In Hung.) (1-596)

[3] Mátyás E. (1966): A Rátkai felsőszarmata édesvizi medence földtani és teleptani viszonyai. Földt. Közl. 96, 1, 364-379 (In Hung, with German abstract)

[4] Molnár F.-Szentpéteri K. (2005): Opak ásványok mikroszkópos vizsgálata Hantken Kiadó, (In Hung.) Budapest (1-191)

[5] Zelenka T. (2008): A pálházai és környéki perlitek földtana. (In Hung.with english abstract) VI. Nemzetközi Perlit konferencia és kiállítás. Szilikátipari Tudományos Egyesület. Budapest 2008. (51-76)

Meteoritbecsapódás okozta a kriogén globális jégkorszakok utáni gyors felmelegedést? - avagy becsapódási üledék kutatása geológiai módszerekkel

Meteorite impact triggered deglaciation of Cryogenian Snowball Earth?- or search for geological signature of impact ejecta

GYOLLAI ILDIKÓ

ELTE-TTK, Kozmikus Anyagokat Kutató Csoport - 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A, gyildi@gmail.com

Összefoglalás

A tanulmány a Sturti és Marinói globális jégkorszak utáni felmelegedést egy lehetséges meteorit-becsapódás következményeként feltételezi. Ennek nyomait ásványtani, geokémiai, ill. üledékföldtani módszerekkel kerestük (neutronaktivációs analízis, röntgen-diffrakció, Raman-spektroszkópia, optikai-mikroszkópos vizsgálatok).

Kulcsszavak

Hógolyó Föld, meteorit-becsapódás, eljegesedés utáni felmelegedés

Abstract

This study propose a possible meteorite-impact triggered deglaciation of Sturtian and Marinoan Snowball Earth, which of signatures were searched by mineralogical (optical microscopy,magnetic mineral separation, X-ray diffraction, micro-Raman spectroscopy), geochemical methods (instrumental neutron-activation, X-ray spectroscopy, scanning electron microscopy) and sedimentological observations.

Keywords

Snowball Earth, deglaciation, meteorite impact

A kriogén (neoproterozoós) jégkorszakok (Sturti: 710 Ma, Marinói: 635 Ma) és a fanerozoós jégkorszakok globális elterjedésűek voltak, s a Föld forgástengelyének a mainál jóval nagyobb ferdesége miatt (54°, [1]) az eljegesedések nem a sarkoktól, hanem az egyenlítőtől terjedtek el, és mintegy néhány millió évig tartottak. A „teljesen fagyott Föld" elmélet („Hard Snowball Earth" – [2]) szerint az óceánok teljesen befagytak, és a kevés csapadék miatt a kontinensen kevés gleccser volt, így a szárazföldi üledékbehordás is elhanyagolható volt, valamint a jégkorszakok gyors felmelegedéssel értek véget. Ezzel szemben a „sárgolyó Föld" elmélet („Slushball Earth" – [3]) jeges, de nem befagyott tengereket, jelentősebb szárazföldi behordás jelenlétét, de a jégkorszakok utáni lassú felmelegedést feltételez. A Sturti jégkorszak utáni felmelegedésre tektonikai események, mint pl. a Rodínia szétválásához kötődő riftesedés hatására létrejött vulkanizmus is hatással volt („Zipper-Rift Earth" – [4]). Bodiselitsch és munkatársai [5] a Kongó kratonon lévő posztglaciális határrétegben Ir anomáliát mértek, melyhez hasonlót a dinoszauruszok kihalását okozó Chicxulub kráter világszerte elterjedt határagyagjában találtak a K/T határon. A cikkben az Ir ill. a platinafém anomáliát inkább kozmikus por hullásához kötötték. Mivel ennek bizonyítékát más lelőhelyeken nem figyelték meg, Köberl és mtsai [6] egy vagy több

lehetséges meteoritbecsapódás bizonyítékának tartják, amely a globális jégkorszakok végét jelentette volna a következőképpen: a becsapódás hatására kilökődött impaktit a Föld körül keringett, melynek egy része visszahullott a jégfelületekre, ezzel csökkentve a jég/hó albedóját és ezzel lehetővé téve a nagyobb hőelnyelést. Kutatási területünk ezért az ősföldrajzi értelemben is közel eső ÉNy-Namíbiai Otavi-platformra esett, ahol glaciális diamiktit és posztglaciális „cap carbonate" határrétegeiből gyűjtöttünk (Sturti: Chuos-Rasthof, Marinói: Ghaub-Maieberg határ), mintegy 100 mintát 10 lelőhelyről. Hipotézisünk a következő: ha a meteoritbecsapódás szárazföldön fordul elő, akkor ezt a kvarcban előforduló nagyszámú lemezes lamella (PDFs- planar deformation feature) jelzi. Ezzel szemben a tengeri becsapódást szferulában, krómspinelben, impakt üvegben gazdag határréteg jelzi, amely szmektit-dús határréteggé alakulhat át. Továbbá, tengeri becsapódás üledékföldtani bizonyítékai lehetnek a megacunamira utaló szerkezetek, mint pl. a konvolúció, üledékes vetők és felboltozások, tömegáramlás (mass flow), feltépett tömbök az aljzatból. A becsapódási jelenségek felderítéséhez különféle ásványtani (optikai mikroszkópos vizsgálat, Raman-spektroszkópia, röntgenpordiffrakció), ill. geokémiai (mágneses frakciók pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálata, röntgenfluoreszcencia-, neutronaktivációs mérések) vizsgálati módszereket alkalmaztunk. A becsapódási üledékre utaló geokémiai ill. ásványtani bizonyítékokat nem találtunk de néhány lelőhelyen előforduló szmektit-dús határréteg (Entrance to the South Valley, Copper Mine) származhat tengeri becsapódásból származó réteg mállásából. Ezen kívül tengeri üledék megatsunami okozta kaotikus szerkezetek valamennyi lelőhelyen megtalálhatók. Mivel a becsapódásra utaló elsődleges ásványtani és geokémiai bizonyítékok hiányoznak, nem következtethetünk a kriogén jégkorszakok meteoritbecsapódás hatására történő befejeződésére, mivel a szmektit-dús rétegek kialakulhatnak vulkáni hamuból, és kaotikus üledékföldtani szerkezeteket glaciális erózió is okozhat. Az egyértelmű bizonyíték érdekében az iridíumot ill. a platinafémeket érdemes ICP-tömegspektrométerrel megmérni, és összehasonlítani a kapott eredményeket a földkéreg és különböző meteorittípusok sztenderdjeivel.

Irodalom

[1] Williams, G.E. (2000): Geological constraints on the Precambrian history of Earth's rotation and the Moon's orbit. - Reviews of Geophysics 38/1, 37-59.

[2] Hoffman, P.F., Kaufman, A.J., Halverson, G.P. and Schrag, D.P. (1998): A Neoproterozoic Snowball Earth. - Science 281, 1342–1346.

[3] Harland, W.B. (1964): Critical evidence for a great Infra-Cambrian glaciation. - Geologische Rundschau 54, 45–61.

[4] Eyles, N. and Januszczak, N. (2004): 'Zipper-rift': a tectonic model for Neoproterozoic glaciations during the breakup of Rodinia after 750 Ma. - Earth-Science Reviews 65/1-2, 1–73.

[5] Bodiselitsch, B., Koeberl, C., Master, S. and Reimold, W.U. (2005): Estimating duration and intensity of Neoproterozoic Snowball glaciations from iridium anomaly – Science 308/5719, 239-242..

[6] Koeberl, C., Ivanov, B.A., Goodman, J., 2007. Impact-induced deglaciation of the Snowball Earth? AGU Fall Mng. Abs., #U22A-08. Bibliographic Code: 2007AGUFM.U22A.08K

Sokkmetamorfózis okozta ásványátalakulások meteoritokban

Shock metamorphic effects in meteoritic minerals

NAGY SZABOLCS

Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar,
Ásványtani, Kőzettani és Geokémiai Tanszék,
sz.j.nagy@gmail.com

Összefoglaló

A sokkolt meteoritokban megfigyelhető sokkmetamorf jelenségek leírhatóak egyrészt deformációval vagy átalakulással ill. mindkettő kombinációjával. A deformációs jelenségek körébe a törések, a plasztikus deformációk, az ikresedések, és a mozaikosság említhető. A lemezes sokkmetamorf jelenségek (Planar shock features) közé a lemezes lamellák (PDF's – planar deformation features) tartoznak mint „deformációs" jelenségek, azonban ezek tartalmazhatnak átalakult anyagot is úgymint „diaplektikus" üveget és nagynyomású ásványfázisokat. Az angol szakirodalmi kifejezés azonban félrevezető (planar deformation features) mivel ez elhanyagolja az átalakulás jelentőségét a jelenséget kialakító folyamatokban. Az átalakulási jelenségek a sokkolt meteoritokban azonban gyakran eredményeznek lokalizált olvadék ereket és olvadék csomagokat, ásványok nagynyomású polimorfjainak a képződését, és erősen deformált anyagok újrakristályosodását. A nagynyomású ásványok amelyek a sokkolt meteoritokban megfigyelhetőek, részben szilikát olvadékok kristályosodásával alakulnak ki olvadék erekben és olvadék csomagokban, illetve szilárd-fázisú átalakulás során képződnek. A szilárd-fázisú átalakulások jelentősen behatárolják egy meteorit sokkmetamorf fizikai paramétereit. Az ásványátalakulásokhoz szükséges nyomás meghatározása nehézségekbe ütközik a kinetikus hatások miatt, és a kezdeti sokknyomás heterogén természetéből adódóan.

Kulcsszavak

Meteorit, sokkmetamorfózis, nagynyomású ásványok, olvadék ér, átalakulás, deformáció

Abstract

The metamorphic effects seen in meteorites can be described in terms of either deformation or transformation or some combination of the two. Deformational effects include fracturing, plastic deformation, twinning, and mosaicism within constituent minerals. Planar shock features, generally referred to as planar deformation features (PDF's), have been attributed to deformational processes, but they have also been shown to contain transformed material, either diaplectic glass or high-pressure phases. The term planar deformation feature is therefore misleading because it neglects the transformation components. Transformational effects seen in shocked meteorites include shock melting, which commonly results in localized melt veins and pockets, transformation of minerals to high-pressure polymorphs, formation of diaplectic glass, and recrystallization of highly deformed material. The high-pressure minerals that occur in shocked meteorites form by either crystallization of silicate liquids in melt veins and pockets, or by solid-state transformation of the constituent minerals in the meteorite. Solid-state phase transformations can provide important constraints on shock conditions of a meteorite, but transformation pressures are difficult to calibrate accurately because of kinetic effects and the heterogeneous nature of the initial transient shock pressures.

Keywords

Meteorite, shock-metamorphism, high-pressure minerals, melt vein, transformation, deformation

A sokkmetamorfózis mértéke az ütközés (impakt) sebességével arányos [1]. A sokkmetamorf folyamatok megértésében és reprodukálhatóságában nagy segítséget jelentenek a kísérletek. A nyomás meghatározásához két út vezet, az egyik a nagynyomású ásványfázisok kialakulásához szükséges fizikai jellemzők szilárd-fázisú átalakulásokban, a másik út pedig az olvadék erek megszilárdulásakor képződött nagynyomású fázisok vizsgálata [2]. A legtöbb kondrit sokkolt, amelynek három jelentős megnyilvánulása van. 1. a sokkmetamorfózis során végbemenő deformáció és átalakulás, 2. a sokkmetamorf eredetű fekete olvadék erek jelenléte és 3. a fázisátalakulások jelenléte. Az ütközéses- (impakt) vagy sokkmetamorfózis jelentős tényező a szülő égitest formálódása – differenciációja szempontjából, mivel jelentős hőforrást jelent a további metamorfózis számára [3]. A sokkmetamorfózis leggyakoribb megjelenése a meteoritok ásványaiban különböző plasztikus- és töréses jelenségekben nyilvánul meg. A deformációs jelenségek mind a meteoritkráterekből származó kőzetpéldányokban, mind pedig a meteoritokból jól tanulmányozhatók pl. törések, mechanikai ikresedések, mozaikosság és a sokklemezesség formájában [4]. A lemezes törések igen gyakoriak az olivinben. Közepes- ill. nagyfokú sokkmetamorfózis esetén eltérő kristálytani orientációkban figyelhetőek meg a törések [5]. A mozaikosság nagyon erősen deformált szemcsékben jelentkezik, ahol fölszakadt az eredeti kristályszerkezet, és kis domainek alakultak ki, amelyek egymáshoz képest 3-5°-os rotációval kapcsolódnak egymáshoz. Ez okozza a keresztezett nikolok között megfigyelhető un. mozaikos kioltást. Olvadék erek közelében újrakristályosodás figyelhető meg, ahol finomszemű szemcsehalmaz formájában kristályosodik újra az adott szemcse hőhatásra. A mozaikosság csillagalakzatú képet hagy a röntgen- és az elektrondiffrakciós képeken. A sokklemezesség a kvarcban, a földpátban és a piroxénekben jól megfigyelhető sokkmetamorf jelenség. Csak speciális kristálytani orientációkban jelenik meg [6]. Az orientáció egyúttal a sokkmetamorfózis mértékét is jelzi. Nagyon jó sokkmetamorf indikátor jelenség az un. diaplektikus üveg jelenléte, amely kvarc és földpátok esetében is létrejöhet, a földpátok esetében speciális névvel illetjük, ez az un. maszkelinit. A kísérletek során ezek a közepes sokkmetamorf fokozatba tartozó jelenségek reprodukálhatóak voltak, bár a kialakulásukhoz szükséges nyomás az eltérő kísérleti körülmények miatt különböző volt. Néhány nagyfelbontású TEM felvételen a sokklemezkéken belül nano-kristályos anyag volt kimutatható, némely szemcsék részben üvegesek voltak, de kimutattak kvarc nagynyomású polimorfokat is belőlük (coesit és sztisovit) [6]. A legerősebben sokkolt meteoritokban lokalizált sokk olvadék erek alakulnak ki [7]. Ezek kevert „kondritos” kémiai összetételű részei a sokkolt meteoritnak. Az olivin és a piroxén nagynyomású polimorfjai csak ezekkel az erekkel összefüggésben jelennek meg, azokban, vagy közvetlenül azok körül [7]. A sokkmetamorf fokozatok az olivin és a földpát kőzetmikroszkópos megfigyelésein alapulnak. Előnye, hogy könnyen használható, azonban a P-T értékek bizonytalanok, a kísérleti beállítások eltérései miatt. A nyomás kalibrációnak bizonytalansága van, mégpedig azért, mert nem sikerült még se olivin se pedig piroxén átalakulást sokk kísérletben reprodukálni. Három problémával szembesülünk a kísérletek során: 1. A legtöbb kísérlet nagy impedanciájú fém mintatartót használ. 2. A legtöbb kísérlet nem porózus mintákon történik. 3. A mikoszekundum időtartamú kísérletek nem biztosíthatnak elég időt a fázisátalakulásokhoz, mivel a természetben több nagyságrenddel hosszabb időtartam áll rendelkezésre a kinetikus folyamatok lejátszódásához [8, 9].

Irodalom

[1] Ahrens T. J. and Johnson M. L. (1995a) Shock wave data for minerals. In Mineral Physics and Crystallography: A Handbook of Physical Constants (T. J. Ahrens, ed.), pp. 143–184. American Geophysical Union, Washington, DC.

[2] Alder B. J. (1963) Physics experiments with strong pressure pulses. In Solids Under Pressure (W. Paul and D. W. Warshauer, eds.), pp. 385–420. McGraw-Hill, New York.

[3] Bischoff A. and Stöffler D. (1992) Shock metamorphism as a fundamental process in the evolution of planetary bodies: Information from meteorites. Eur. J. Mineral., 4, 707–755.

[4] Chao E. C. T. (1967) Shock effects in certain rock-forming minerals. Science, 156, 192–202.

[5] Stöffler D. (1974) Deformation and transformation of rock-forming minerals by natural and experimental shock processes: II. Physical properties of shocked minerals. Fortsch. Mineral., 51, 256–289.

[6] Goltrant O., Cordier P., and Doukhan J. C. (1991) Planar deformation features in shocked quartz: A transmission electron microscopy investigation. Earth Planet. Sci. Lett., 106, 103–155.

[7] Nagy Sz., Józsa S., Gyollai I., Bérczi Sz., Bendő Zs., Stehlik H. (2011) Ringwoodite microstructures in L-chondrite NWA 5011: implications for transformation mechanism and source region in L parent body. Central European Geology, Vol. 54/3., pp. 233-248.

[8] Baer M. R. and Trott W. M. (2004) Mesoscale studies of shock loaded tin sphere lattices In Shock Compression of Condensed Matter–2003 (M. D. Furnish et al., eds.), pp. 517–520. AIP Conference Proceedings 706, American Institute of Physics, New York.

[9] Beck P., Gillet Ph., El Goresy A., and Mostefaoui S. (2005) Timescales of shock processes in chondritic and martian meteorites. Nature, 435, 1071–1074.

Nagynyomású metaofiolit nyersanyagú csiszolt kőeszközök magyarországi régészeti leletanyagokban

HP metaophiolite polished stone tools in Hungarian archaeological finds

SZAKMÁNY GYÖRGY[1], BENDŐ ZSOLT[1], KASZTOVSZKY ZSOLT[2], KRISTÁLY FERENC[3], ZAJZON NORBERT[3], T. BIRÓ KATALIN[4]

[1] *ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszék*
gyorgy.szakmany@geology.elte.hu, zsolt.bendo@gmail.com;
[2] *MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Nukleáris Analitikai és Radiográfiai Laboratórium*
kasztovszky.zsolt@energia.mta.hu;
[3] *Miskolci Egyetem, Ásványtani-Földtani Intézet*
kristalyf@gmail.com, askzn@uni-miskolc.hu;
[4] *Magyar Nemzeti Múzeum*
tbk@ace.hu

Összefoglaló

A munka a Magyarországon eddig ismert három nagynyomású (HP) metaofiolit nyersanyagú csiszolt kőeszköz archeometriai vizsgálatainak eredményeit ismerteti. Vizsgálatuk kizárólag roncsolásmentes módszerekkel történt. A kőeszközök nyersanyaguk összetétele alapján jól beilleszthetők a Pó-síkság és környezetében nagyszámban előforduló csiszolt kőeszközök nyersanyag típusai (jadeitit-omfacitit-Fe-jedeitit-Fe-omfacitit) közé, vagyis távolsági importként kerültek a Kárpát-medencébe az Appenninek ÉNy-i lábánál előforduló oligocén konglomerátum áthalmozott törmelékanyagából, esetleg a Nyugati Alpok területéről, a MonViso környezetéből.

Kulcsszavak

Csiszolt kőeszköz, jadeitit, nyersanyag származás, őskor, roncsolásmentes vizsgálat

Abstract

Archaeometric results of three polished stone tools made of high pressure (HP) occurring in the archaeological material from the territory of Hungary are presented here. The analyses on these extremely rare and valuable pieces were performed exclusively by non-destructive methods. Our results show that the studied stone tools are fit to the types of HP stone tools of metaophiolitic origin occurring in the Po-valley and its environs so they are extreme long distance import tools form either the redeposited Oligocene conglomerate in NW foot of the Appennines or from the W-Alps around MonViso environs.

Keywords

Polished stone tools, jadeitite, provenance, prehistory, non destructive method

Bevezetés, minták, lelőhelyek

Őskori régészeti leletanyagokban gyakran fordulnak elő zöld színű vagy zöldes árnyalatú, ún. zöldkő csiszolt kőeszközök Magyarország területén is. Közöttük azonban csak ritkák a nagynyomású metaofiolitos nyersanyagból készültek. Ezek nyersanyagának kőzettani azonosítását nehezíti, hogy ezek általában teljesen ép, esztétikus megjelenésű kőeszközök, ezért vizsgálatuk kizárólag roncsolásmentes módszerekkel történhet.

Nagyszámú magyarországi őskori régészeti leletanyagból eddig három nagynyomású metaofiolitból készült kőeszközt sikerült azonosítanunk, mindhárom felszíni gyűjtésből származó, ún. szórvány lelet. Kettő a Magyar Nemzeti Múzeum Ebenhöch gyűjteményében található, lelőhelyük Almásneszmély (300/1876.247. ltsz.), illetve Bakonypéterd (300/1876.264. ltsz.). A harmadik, a Veszprémi Laczkó Dezső Múzeum tulajdonában levő, Miháldy-Gyűjtemény darabja (ltsz.: 55.1276, technikai szám: MIH-1276). Ennek csak tágabb lelőhelye ismert, a Bakonyból vagy annak környezetéből származik.

Vizsgálati módszerek

A kőeszközök teljesen épek, ezért azok vizsgálata kizárólag teljesen roncsolásmentes módszerekkel történhetett. A kézinagyítóval és sztereomikorszkóppal történő petrográfiai leírást elősegítette a kőeszközök jól polírozott eredeti felszíne. Kappameter KT-5 típusú hordozható műszerrel mértük meg a kőzetek mágneses szuszceptibilitását (MS). A kőeszközök ásványos összetételét roncsolásmentes röntgendiffrakcióval, Göbel-tükörrel előállított párhuzamos nyaláb geometriát alkalmazva a Miskolci Egyetem Ásvány és Földtani Tanszékén Bruker D8 Advance diffraktométeren határoztuk meg. A kőeszközök szöveti jellegzetességeiről és a kőzetalkotó elegyrészek kémiai összetételéről az ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszékén működő AMRAY-1830 típusú energiadiszperzív röntgendetektorral szerelt pásztázó elektronmikroszkópra (SEM-EDX) a közelmúltban kifejlesztett roncsolásmentes módszerrel kaptunk információt. Az elektronmikroszkóp mintatartójának mérete lehetővé teszi nagyméretű (akár 20-25 cm-es, maximálisan 5 cm vastag) műtárgyak roncsolásmentes vizsgálatát is. A módszer különösen azoknál a kőeszközöknél ad jó eredményt, amelyek felülete sík vagy közel sík és felületi polírozása – legalább részben – megmaradt [1, 2]). A kőeszközök teljes kémiai összetételét a szintén roncsolásmentes PGAA módszerrel, az MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Nukleáris Analitikai és Radiográfiai Laboratóriumában határoztuk meg. E módszerrel elsősorban a kőeszközök főelem-összetételéről kaptunk adatokat.

Eredmények

Az Almásneszmélyről előkerült eszköz kisméretű (40×28×7 mm), sötétzöld színű szegletes ékvéső. Szintén kisméretű (56×25×8 mm), jellegzetes nyelv alakú, világoszöld színű a Bakonypéterdről előkerült lapos vésőbalta. A Miháldy gyűjtemény vésőbaltája az előzőeknél mintegy kétszer nagyobb (95×40×15 mm), jellegzetes nyelv alakú, középzöld-sötétzöld színű. Mindhárom kőeszköz tömött, masszív, nagyon finomszemcsés.

A kőeszközök mágneses szuszceptibilitása kicsi, legnagyobb értéket az almásneszmélyi ($0{,}47\times10^{-3}$ SI) kőeszköz mutat, a másik kettőé jelentősen kisebb ($0{,}10\times10^{-3}$ SI a bakonypéterdié és $0{,}17\times10^{-3}$ SI a Miháldy gyűjteménybe tartozó kőbaltáé).

A roncsolásmentes XRD vizsgálatok azt mutatták, hogy mindhárom kőeszköz uralkodó összetevője alkáli piroxén. Gránát egyik kőeszközből sem volt kimutatható. A piroxéneken belül az Almásneszmélyről származóban a piroxén uralkodóan omfacitos, a Bakonypéterdről származóban uralkodóan jadeitites kevés omfacittal, hasonlóan ehhez a Miháldy gyűjteményből származó mintában a jadeit tartalom szintén jelentősebb az omfaciténál.

A roncsolásmentes SEM-EDS vizsgálatoknak – petrográfiai mikroszkópos vizsgálat híján – kiemelt szerepük volt az ásványos összetétel és a kőzetszövet meghatározásában, emellett az egyes kőzetalkotó elegyrészek kémiai összetételét is sikeresen meghatároztuk. Az

Almásneszmélyről származó kőeszköz elsősorban szorosan egymáshoz kapcsolódó piroxénekből áll. Finomszemcsés, de ritkán nagyméretű, jadeites összetételű piroxén xenoblasztok is megfigyelhetők benne. A finomszemcsés rész vasban gazdagabb, elsősorban Fe-jadeitites, illetve részben már az egirin tartományba áthúzódó összetételűnek mutatkozott. Akcesszóriaként ilmenitet, cirkont és baritot mutattunk ki. A Bakonypéterdről származó kőeszköz szintén finomszemcsés, közel egyenlő méretű szorosan egymás mellé növő piroxén, szemcsékből áll, melyek uralkodóan jadeites(-Fe-jadeites) összetételűek, egyes szemcséken zónásság megfigyelhető, ahol a jadeites magot omfacit szegély veszi körül. Viszonylag jelentős az akcesszóriák mennyisége, ezek titanit, cirkon és allanit. A Miháldy gyűjteményből származó kőeszköz középszemcsés, ritkábban nagyméretű xenoblasztokat alkotó jadeites piroxénből áll. A nagyobb méretű Fe tartalmú jadeitek vékony szegélyén omfacit alakult ki. Akcesszóriákban viszonylag gazdag, allanit, cirkon és xenotim jelenik meg benne.

A roncsolásmentes PGAA vizsgálatok azt mutatják, hogy mindhárom kőeszköz nyersanyaga bázisos összetételű. A Bakonypéterdről és a Miháldy gyűjteményből származó minta főelem összetétele nagyon hasonló egymáshoz. Ezzel szemben az Almásneszmélyről származó kőeszköz összetétele a jelentősen nagyobb Ti, Fe és Mn, valamint lényegesen kisebb – a kimutatási határ alatti – Mg tartalmával eltér a másik kettőétől.

Értékelés, összefoglalás

A vizsgálati eredmények együttes értékelése azt mutatja, hogy mindhárom kőeszköz nagynyomású metamorfózison átesett, bázisos összetételű, eredetileg ofiolitos eredetű nyersanyagból készült Na-piroxenit változat (jadeitit-omfacitit). Összetételük teljesen hasonló az Európában kizárólag a Nyugati-Alpok és É-Appenninek környezetében felszínen előforduló, összefoglalóan „Jade” néven említett kőzettípussal, amelyeket az őskorban elsősorban presztízs célú kőeszközök készítésére használtak [3]. Ezek egyrészt elsődleges formában a Nyugati Alpok keleti, belső részén a MonVisotól az Aosta völgyig (pl.: [4], [5]), másrészt másodlagosan oligocén konglomerátumban, illetve annak alluviális és moréna eredetű, pleisztocén korú áthalmozott üledékeiben az Appenninek északkeleti lábainál elterülő területen, továbbá a Voltri masszívumban fordulnak elő [3]. Újabban a MonViso területéről a Pó völgyéből is felismertek áthalmozott nagynyomású metaofiolitos kőzetanyagú törmelékeket [6], [7].

A Bakonypéterdről származó, valamint a Miháldy gyűjteményből származó, nyúlt háromszög alakú kőeszközök sok tekintetben hasonlóak egymáshoz: mindkettőre nagyon kis mágneses szuszceptibilitási értékek jellemzőek, a piroxének összetétele és szöveti megjelenése (jadeites mag és omfacitos szegély) is rokonságot mutat egymással, akcesszóriáik azonosak. A hasonló főelem kémiai összetétel ugyancsak megerősíti a két kőeszköz rokonságát. Ugyanakkor az Almásneszmélyről származó, alakjában is eltérő lapos vésőbalta kissé más összetételű: nagyobb a mágneses szuszceptibilitása, a röntgendiffrakciós vizsgálatok alapján a piroxénje elsősorban omfacit. Ez utóbbinak a SEM-EDX vizsgálatok eredménye kissé ellentmond, miszerint az nem omfacitot, hanem nagyobb Fe-tartalmú piroxént mutat, egyes mérési eredmények az egirin mezőbe is átcsúsztak. Az akcesszóriák közül ilmenit és barit is előfordul. A kőzetkémiai összetétel a Fe, Ti és Mn tartalmában tér el a másik két kőeszközétől.

A három kőeszköz jellegzetes alakja szintén a Nyugati-Alpokból származó, és elsősorban Európa nyugati és északnyugati területeire, igen nagy távolságokra eljutott, jadeititből-omfacititből készült kőeszközökéhez hasonlít. A nálunk előkerült eszközök mérete

azonban kicsi vagy közepes, ami megfelel a Közép-Európában ebből a nyersanyagtípusból ritkán fellelt kőeszközök méretének [3], [8].

Összefoglalóan, Magyarország területéről vizsgált csiszolt kőeszközök közül eddig háromról sikerült bebizonyítani, hogy azok nyersanyaga nagynyomású metaofiolitos eredetű. A Bakonypéterdről származó kőeszköz egyértelműen a D'Amico és munkatársai [9] által felállított jadeitit, a Miháldy gyűjteményből származó kőeszköz szintén a jadeitit, esetleg – a nagyobb omfacit tartalma alapján – már a kevert jadeitit-omfacitit típusba sorolható be. Az Almásneszmélyről származó kőeszköz besorolása nem teljesen egyértelmű, a röntgendiffrakciós vizsgálatok alapján az Fe-omfacitit, a SEM-EDX eredmények alapján inkább a Fe-jadeitit csoportba lehet besorolni. Eredményeink azt mutatják, hogy mindhárom kőeszköz a Nyugati-Alpok–Appenninek környezetéből származtatható, vagyis távolsági nyersanyagúak.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a Laczkó Dezső Múzeumnak, illetve Regenye Juditnak, hogy hozzájárultak a Miháldy gyűjteményből származó kőeszköz vizsgálatához. Munkánkat az OTKA K 62874 és K 100385 sz. pályázatok támogatták. A PGAA mérőrendszert az OMFB 00184/2006 sz. NAP VENEUS05 pályázat támogatásával fejlesztettük. A Miskolcon végzett roncsolásmentes XRD anyagvizsgálatok az Új Magyarország Fejlesztési Terv TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 projekt keretében valósultak meg.

Irodalom

[1] Bendő, Zs., Oláh, I., Péterdi, B. & Horváth, E. (2012): Case studies on a non-destructive SEM-EDX analytical method for polished stone tools and gems Abstract of 39th International Symposium on Archaeometry, 28 May – 1st June 2012, Leuven p. 136.

[2] Bendő, Zs.; Oláh, I.; Péterdi, B.; Szakmány, Gy. & Horváth E. (in press): Csiszolt kőeszközök és ékkövek roncsolásmentes SEM-EDX vizsgálata: lehetőségek és korlátok. *Archeometriai Műhely* 2013/3:

[3] D'Amico, C. & Starnini, E. (2012): Circulation and provenance of the Neolithic „greenstone" in Italy. In: Pétrequin, P., Cassen, S., Errera, M., Klassen, L., Sheridan, A., Pétrequin, A.M. (szerk.): Jade. Grandes haches alpines du Néolithique européen. V^{e} et IVe millénaires av. J.-C., Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Ain, Gray Chapitre 12: 728-743.

[4] Pétrequin, P., Errera, M., Pétrequin, A. M. & Allard, P. (2006): The Neolithic quarries of Mont Viso, Piedmont, Italy: initial radiocarbon dates. *European Journal of Archaeology*, 9, 7-30.

[5] D'Amico, C. (2012): Jades and other greenstones from the Western Alps. A petrographic study of the geological sampling Jade. In: Pétrequin, P., Cassen, S., Errera, M., Klassen, L., Sheridan, A., Pétrequin, A.M. (szerk.): Jade. Grandes haches alpines du Néolithique européen. V^{e} et IVe millénaires av. J.-C., Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Ain, Gray Chapitre 7: 420-439.

[6] Compagnoni, R., Rolfo, F., Manavella, F. & Salusso, F. (2007): Jadeitite in the Monviso meta-ophiolite, Piemonte Zone, Italian western Alps. *Periodico di Mineralogia*, 76, 79-89

[7] Pétrequin, P., Errera, M. & Rossy, M. (2012): Viso ou Beigua: approche pétrographique du référentiel des „jades alpins". In: Pétrequin, P., Cassen, S., Errera, M., Klassen, L., Sheridan, A., Pétrequin, A.M. (szerk.): Jade. Grandes haches alpines du Néolithique européen. V^{e} et IVe millénaires av. J.-C., Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Ain, Gray Chapitre 6: 292-419.

[8] D'Amico, C., Felice, G., Gasparotto, G., Ghedini, M., Nannetti, M.C. & Trentini, P. (1997): La pietra levigata neolitica di Sammardenchia (Friuli), Catalogo petrografico. *Mineralogica et Petrographica Acta Bologna* 40: 385-426

[9] D'Amico, C., Starnini, E., Gasparotto, G. & Ghedini, M. (2003): Eclogites, jades and the HP-metaophiolites employed for prehistoric polished stone implements in Italy and Europe. *Periodico di Mineralogia*, 73, 17-42.

Késő rézkori nefrit vésőbalta kőzettani és geokémiai vizsgálatának eredményei - kitekintéssel az ismert európai nefritlelőhelyekre (Balatonőszöd - Temetői dűlő lelőhely, bádeni kultúra)

Results of petrographic and geochemical investigation of a nephrite adze of Late Copper Age - with a view on known European nephrite occurrences (Balatonőszöd – Temetői dűlő site (Hungary), Baden Culture)

PÉTERDI BÁLINT[1], SZAKMÁNY GYÖRGY, JUDIK KATALIN, DOBOSI GÁBOR, KASZTOVSZKY ZSOLT, SZILÁGYI VERONIKA, BENDŐ ZSOLT, GRZEGORZ GIL

[1]Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Földtani és Geofizikai Gyűjteményi Osztály
peterdi.balint@mfgi.hu, peterdi.balint@gmail.com

Összefoglaló

Balatonőszöd - Temetői dűlő lelőhely a badeni kultúra Magyarországon eddig feltárt legnagyobb és leghosszabb életű települése. A lelőhelyen a Balaton-Lasinja kultúrának és a Boleráz kultúrának is kerültek elő önálló objektumai. Az ásatás során 500 kőzet-anyagú lelet került napvilágra. Cikkünk a leletanyagban található egyetlen nefrit anyagú vésőbalta vizsgálatának eredményeit mutatja be. Az eredmény értékét növeli, hogy a balatonőszödi nefrit balta az első biztos régészeti kontextussal rendelkező nefrit anyagú lelet a magyar őskorban.

Részletes kőzettani, geokémiai és kőzetfizikai vizsgálataink – valamint nagy számú irodalmi leírás és mérési adat felhasználásának – eredményeképpen megállapíthatjuk, hogy a vizsgált nefrit vésőbalta nyersanyaga nagy valószínűséggel a lengyelországi Jordanów közelében fekvő geológiai lelőhelyről származik.

Kulcsszavak

Csiszolt kőeszköz, kőbalta, rézkor, bádeni kultúra, nefrit, petrográfia, geokémia, Balatonőszöd

Abstract

The present study reports results of petrographic and geochemical analyses on a stone adze from the archaeological site Balatonőszöd – Temetői dűlő (Hungary). This is the largest excavated site of the Baden Culture in Hungary and has the longest continuous settlement history. In the site, features of the Balaton-Lasinja Culture (Middle Copper Age) and the Boleraz Culture were also found. Altogether 500 stone artefacts turned up. The present study reports on the results of the investigation of a unique stone adze made of nephrite. A special value is added to this result since the nephrite adze found in Balatonőszöd – Temetői dűlő proves to be the first find made of nephrite having an established archaeological context in Hungarian prehistory.

On the basis of our detailed petrographic, geochemical and petrophysical investigation as well as comparing data from technical literature the most probable source of the raw material of the nephrite adze is the Northern part of the Bohemian Massif, Lower Silesia, a geological site near Jordanów (Poland).

Keywords

Polished stone tools, stone axe, Copper age, Baden culture, nephrite, petrography, geochemistry, Balatonőszöd

Bevezetés, régészeti háttér, a kutatás célja

Balatonőszöd-Temetői dűlő lelőhely a késő rézkori badeni kultúra Magyarországon eddig feltárt legnagyobb (20 hektárt meghaladó) települése. Az ásatás során előkerült 500 db kőzet anyagú lelet között mindössze egy nefrit anyagú vésőbalta található. Mivel a Kárpát-medencében és közvetlen környezetében nem ismerünk nefrit-lelőhelyet, így ez a nyersanyag (vagy a kész vésőbalta) biztosan nagy távolságról érkezett a régészeti lelőhelyre.

Esztétikus megjelenése és az egymást átszövő vékony amfibol szálakból álló, tömött szövet biztosította szívóssága kiváló csiszolt kőeszköz nyersanyaggá teszi a nefritet, ezért széles körben elterjedt nyersanyag volt Európában a neolitikumban és a rézkorban, bár a nefrit-testek kis mérete miatt nem volt nagy tömegben használt nyersanyag.

Magyarországi régészeti leletanyagban nefritet csak kis számban és kizárólag dunántúli lelőhelyekről ismerünk, elsősorban a Miháldy Gyűjtemény [32] és az Ebenhöch Gyűjtemény anyagában [7] [8]. Ezen gyűjteményekben őrzött régészeti leletek korok és kultúrák szerint már nem azonosíthatók a hiányzó lelőhely-információk miatt [14], emiatt a balatonőszödi nefrit balta az első biztos régészeti kontextussal rendelkező lelet a magyar őskorban.

Munkánk célja a vésőbalta részletes kőzettani és geokémiai vizsgálata; nyersanyagának származási helyére vonatkozó következtetések levonása.

Vizsgálati módszerek

Szabad szemmel és kézi nagyítóval végzett megfigyelések után vékonycsiszolatos polarizációs mikroszkópos vizsgálatokat végeztünk, amelyeket geokémiai (teljes kőzet kémiai (PGAA) és ásványkémiai (EPMA, fél-kvantitatív SEM-EDX)), valamint kőzetfizikai (MS) vizsgálatokkal egészítettünk ki.

A vizsgálatok eredményei

A vésőbalta élénk, világoszöld színű (helyenként halvány kékes, illetve sötétebb zöldes árnyalatú foltokkal), nagyon finom szemcsés metamorf kőzetből készült. Szabad szemmel és kézi nagyítóval sem láthatóak benne nagyobb kristályok. A csiszolt felületek selymes fényűek, helyenként szálas szerkezet látható, a szálak hajladoznak, színük fehér, vagy nagyon világos zöld. A felületen vörösbarna elszíneződések (foltok) láthatók.

A kőzet monomineralikus, fő tömegét nagyon finom, szálas megjelenésű amfibol alkotja, amelyben apró (50-100 μm-es), idiomorf amfibol-kristályok is előfordulnak. Az elektron-mikroszondás vizsgálatok alapján az amfibol az egész mintában tremolitos összetételű [19]. A roncsolásmentes ”eredeti felszín vizsgálati módszer” [1] segítségével a vésőbalta csiszolt felszínéről nyert fél-kvantitatív SEM-EDX mérési eredmények is gyakorlatilag megegyeznek a vékonycsiszolaton mért EPMA eredményekkel. Viszonylag nagy (20-200 μm-es) magnetit-kristályokat azonosítottunk a felületen, amelyek megfeleltethetőek a fent említett vörösbarna foltokkal. Fontos megjegyeznünk, hogy a vésőbalta belső részét reprezentáló vékonycsiszolatban a tremolit mellett kísérő-ásványokat nem találtunk.

A vésőbalta nyersanyagának teljes kőzet összetétele gyakorlatilag megegyezik az egyes amfibol-kristályokon elektron-mikroszondával mért értékekkel, eltérés csak a valamivel magasabb vastartalomban mutatkozik, aminek okozói lehetnek a kőzet felületén elszórtan megjelenő vörösbarna, vasas elszíneződések.

A kőzet mágneses szuszceptibilitás (MS) értéke (a szükséges korrekciók elvégzése után [2] [3]): alacsony, $0{,}13*10^{-3}$ SI egység.

Lehetséges forrásterületek

Európában a nefrit geológiai lelőhelyeinek száma kevés: az Alpokban (Svájc, Olaszország, Franciaország, Németország és Ausztria területén is), az Appennini-hegységben, a Harz-hegységben, Skandináviában, valamint a Cseh-masszívum peremterületein vannak ismert előfordulásai. A Skandináviából az eljegesedési fázisokban jég által szállított vándorkövek között is előfordulnak nefrit anyagúak (Rügen-sziget, Potsdam és Lipcse környéke [12]). Említést érdemelnek az úgynevezett „Mur Nockerl”-ek, a Graz környéki Mura folyó hordalékából származó nefrit-kavicsok, görgetegek, amelyek anyakőzete nem ismert [10]. A Balkán-félszigeten előkerült nefrit-anyagú csiszolt kőeszközök jelentős száma miatt régészek feltételeznek egy nefrit nyersanyagforrást a Balkán-félszigeten is, de ezidáig még nem sikerült ezt a geológiai lelőhelyet megtalálni [18].

A vésőbalta részletes petrográfiai, geokémiai és kőzetfizikai vizsgálatának eredményeit nagy mennyiségű irodalmi leírással, régi és modern elemzési adattal hasonlítottuk össze (25 svájci, 1 német, 2 lengyel, 11 olasz lelőhely; [4][5][9][11][12][13][16][17][21][23][26][27][28][30][31][33][34][35][36][37]). A nefriteket képződési körülményeik alapján csoportosító vizsgálatokat [39] is felhasználtunk.

A nyersanyagforrások elkülönítése, azonosítása céljából elemeztük a lehetséges nyersanyagok színét, mállottságának fokát, makroszkópos és mikroszkópos szövetét, fő ásványos alkotóját (tremolit vagy aktinolit), az esetlegesen megtalálható relikt és kísérő ásványait. Figyelmet fordítottunk arra is, hogy az egyes nyersanyagokat igazoltan használták-e kőeszköz-készítésre, illetve fennállhatott-e kapcsolat a kitermelési helyek és a bádeni kultúra elterjedési területe között [6][12][20][25][26][29][38].

A legvalószínűbb forrásterület

A rendelkezésre álló adatok alapján a nefrit vésőbalta nyersanyaga nagy valószínűséggel a Cseh-masszívum északi részéről, Alsó-Sziléziából, a lengyelországi Jordanów közelében fekvő geológiai lelőhelyről (azaz a régészeti lelőhelytől több, mint 450 km távolságból) származik [15][22].

Irodalom

[1] Bendő Zs., Oláh I., Péterdi B., Horváth E. (2012) Case studies on a non-destructive SEM-EDX analytical method for polished stone tools and gems. In: 39th International Symposium on Archaeometry (eds. D. Braekmans, J. Honings, P. Degryse): 136. Leuven.

[2] Bradák B., Szakmány Gy., Józsa S. (2005) Mágneses szuszceptibilitás mérések – új módszer alkalmazása csiszolt kőeszközök vizsgálatában. Archeometriai Műhely / Archaeometry Workshop (http://www.ace.hu/am), 2005 (1): 13–22.

[3] Bradák B., Szakmány Gy., Józsa S., Přichystal A. (2009) Application of magnetic susceptibility on polished stone tools from Western Hungary and the Eastern part of the Czech Republic (Central Europe). Journal of Archaeological Science, 36: 2437–2444.

[4] D'Amico C., Starnini E., Gasparotto G., Ghedini M. (2003) Eclogites, jades and other HP-metaophiolites employed for prehistoric polished stone implements in Italy and Europe. Periodico di Mineralogia, 73 (Special Issue 3): 17–42.

[5] Dietrich V., De Quervain F. (1968) Die Nephrit-Talklagerstätte Scortaseo (Puschlav, Kanton Graubünden). Übersicht der Weiteren Nephritfunde der Schweizer Alpen Insbesondere der Vorkommen im Oberhalbstein (Graubünden). Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, 46.

[6] Foltyn E. M., Foltyn E., Jochemczyk L., Skoczylas J. (2000) Basalte und Nephrite im Neolithikum Mittel-Westpolens und der oberschlesieschen Region. Krystalinikum, 26: 67–81.

[7] Friedel O. (2008) Az Ebenhöch csiszolt kőeszköz gyűjtemény archeometriai vizsgálatának eredményei. Msc Theses (unpublished). Eötvös Loránd University, Department of Petrology and Geochemistry, Budapest.

[8] Friedel O., Bradák B., Szakmány Gy., Szilágyi V., T. Biró K. (2008) Összefoglaló az Ebenhöch csiszolt kőeszköz gyűjtemény archeometriai vizsgálatának eredményeiről. Archeometriai Műhely / Archaeometry Workshop (http://www.ace.hu/am), 2008 (3): 1–12.

[9] Giess H. (2003) Jade in Switzerland – April 2003. Friends of Jade. (http://www.friendsofjade.org; downloaded: 2011.09.15.)

[10] Giess H. (2005) Mur Nockerln – Austrian Dumplings in Nephrite Jade! Friends of Jade. (http://www.friendsofjade.org; downloaded: 2011.09.15.)

[11] Gil G. (2013) Petrographic and microprobe study of nephrites from Lower Silesia (SW Poland). Geological Quarterly, 57 (3): 395-404.

[12] Gunia P. (2000) Nephrite from South-Western Poland as potential raw material of the European Neolithic artefacts. Krystalinikum, 26: 167–171.

[13] Heierli J. (1902) Die Nephritfrage mit spezieller Berücksichtigung der schweizerischen Funde. Anzeiger für Schweizerische Altertumskunde, 1: 1–7.

[14] Horváth T. (2001) Polished stone tools of the Miháldy-collection, Laczkó Dezső Museum, Veszprém. (Archaeological investigation). In: Sites and stones. Lengyel Culture in Western Hungary and beyond. A review of the current research. Lengyel'99 and

IGCP-442 Conference Veszprém, 1999 (ed. J. Regenye): 87–109. Directorate of the Veszprém county Museums, Veszprém.

[15] Horváth T., Péterdi B. (2012) Csiszolt kőeszközök, őrlőkövek, egyéb megmunkált és megmunkálatlan kőzetanyagú leletek. In.: Horváth T. (szerk.) Balatonőszöd – Temetői dűlő őskori településrészei: a középső rézkori, késő rézkori és kora bronzkori települések. MTA BTK Régészeti Intézete, Budapest. pp. 403-526.

[16] Kalkowsky E. (1906) Der Nephrit des Bodensees. Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft "Isis" in Dresden, 1: 28–44.

[17] Kalkowsky E. (1906) Geologie des Nephrites im südlichen Ligurien. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 58: 307-378.

[18] Kostov R.I. (2005) Gemmological Significance of the Prehistoric Balkan „Nephrite Culture" (Cases from Bulgaria). Annual of the University of Mining and Geology „St. Ivan Rilski" 48 (Part I. Geology and Geophsics): 91–94.

[19] Leake B.E., Woolley A.R., Arps C.E.S., Birch W.D., Gilbert C.M., Grice J.D., Hawthorne F.C., Kato A., Kisch H.J., Krivovichev V.G., Linthout K., Laird J., Mandarino J.A., Maresch W.V., Nickel E.H., Rock N.M.S., Schumacher J.C., Smith D.C., Stephenson N.C.N., Ungaretti L., Whittaker E.J.W., Youzhi G. (1997) Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association, commission on new minerals and mineral names. Canadian Mineralogist, 35: 219-246.

[20] Majerowicz A., Wojcik A., Gunia P., Cholewa P. (2000) Comparative study of serpentinite textures and rock material of Neolithic artefacts from Lower Silesia (SW Poland). Krystalinikum, 26: 111–117.

[21] Meyer A.B. (1884) Ein weiterer Beitrag zur „Nephritfrage". Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien, XV: 1–12.

[22] Péterdi B. (2011) Szerszámkövek és csiszolt kőeszközök archeometriai vizsgálatának eredményei (Balatonőszöd – Temetői dűlő lelőhely, késő rézkor, bádeni kultúra. Közöletlen PhD-értekezés. ELTE TTK FFI Kőzettan-Geokémiai Tsz. pp. 152.Preiswerk H. (1926) Nephrit von Haudères (Wallis), Schweiz. Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 6: 267–277.

[23] Přichystal A. (2000) Stone raw materials of Neolithic-Aeneolithic polished artefacts in the Czech Republic: The present state of knowledge. Krystalinikum, 26: 119–136.

[24] Přichystal A., Kovář J.J., Kuča, M. (2012) A Nephrite Axe from the Jeseník Museum. Časopis Slezského Zemského Muzea, Série B, 60: 153-159.

[25] Sachs A. (1902) Der „Weissstein" des Jordansmühler Nephritvorkommens. Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Jahrgang, 1902: 385–396.

[26] Schmidt C. (1917) Asbest und Nephrit von Poschiavo in Graubünden. Zeitschrift für praktische Geologie: 77–81.

[27] Schneider A. (1912) Der Diallag-Peridotit und seine Umwandlungsprodukte auf Gigestaffel südlich Andermatt. Diss. Univ. Zürich: 7–68.

[28] Skoczylas J., Jochemczyk L., Foltyn E., Foltyn, E. (2000) Neolithic serpentinite tools of west-central Poland and Upper Silesia. Krystalinikum, 26: 157–166.

[29] Staub R. (1915) Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 60: 55–336.

[30] Staub R. (1917) Bericht über die Exkursion der Schweiz. Geologischen Gesellschaft. Eclogae Geologicae Helvetiae, 14: 509.

[31] Szakmány Gy., Füri J., Szolgay Zs. (2001) Outlined petrographic results of the raw materials of polished stone tools of the Miháldy-collection, Laczkó Dezső Museum, Veszprém (Hungary). In: Sites and stones. Lengyel Culture in Western Hungary and beyond. A review of the current research. Lengyel'99 and IGCP-442 Conference Veszprém, 1999 (ed. J. Regenye): 109-118. Directorate of the Veszprém county Museums, Veszprém.

[32] Traube H. (1885a) Ueber den Nephrit von Jordansmühl in Schlesien. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Beilage-Band, III: 412–427.

[33] Traube H. (1885b) Über den Nephrit von Jordansmühl in Schlesien. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Jahrgang, 1885 (II. Band): 91–94.

[34] Traube H. (1887) Ueber einen neuen Fund von anstehendem Nephrit bei Reichenstein in Schlesien. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Jahrgang, 1887 (II. Band): 275–278.

[35] Welter O.A. (1911a) Ein Beitrag zur Geologie des Nephrits in den Alpen und im Frankenwalde. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Jahrgang, 1911 (II. Band): 86–106.

[36] Welter O.A. (1911b) Nachtrag zu meinem Aufsatz über Nephrit (dies. Jahrb. 1911. II). Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Jahrgang, 1911 (II. Band): 163.

[37] Wojciechowski W. (1995) Die neolitische Serpentinit Mine vom Jańska Góra in Niederschlesien, Polen. Veröffentlichungen des Brandenburgischen Landesmuseums für Ur- und Frühgeschichte, 29: 201–208.

[38] Zhang Z.W., Gan F.X., Cheng H.S. (2011) PIXE analysis of nephrite minerals from different deposits. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 269: 460–465.

Milonitos, lapos szögű elválasztó vető a Kiskunhalas-ÉK mező aljzatában

Milonizised, low angle detachment fault in the basement of the Kiskunhalas-NE Field

FISER-NAGY ÁGNES[1], M. TÓTH TIVADAR[2]

Szegedi Tudományegyete;. Ásványtani, Geokémaiai és Kőzettani Tanszék
[1]agnes.nagy@geo.u-szeged.hu, [2]mtoth@geo.u-szeged.hu

Abstract

In the course of the present study we would like to explore the petrological and structural built-up of the Kiskunhalas-NE metamorphic basement reservoir. The four constituent rock units (orthogneiss, orthogneiss mylonite, graphitic gneiss mylonite, graphitic carbonate phyllite) were extent with using of open-hole well-log datasets (gamma, resistivity, neutron, density, acoustic logs). The ortohngeiss, the mylonite zone, and the phyllite could be identified; the evaluated lithology boundaries were presented on geological sections. The results show a shallow dipping (<5°) shear zone with N-NE dipping direction. Further tectonic event could be assumed; in shallower position, normalt faults fragmented the rock body. In certain cases these normal faults behave impermeable zones, and cause hydraulical regime boundary.

Keywords

Mylotine zone, using of open-hole well-logs, detachment fault,

Bevezető

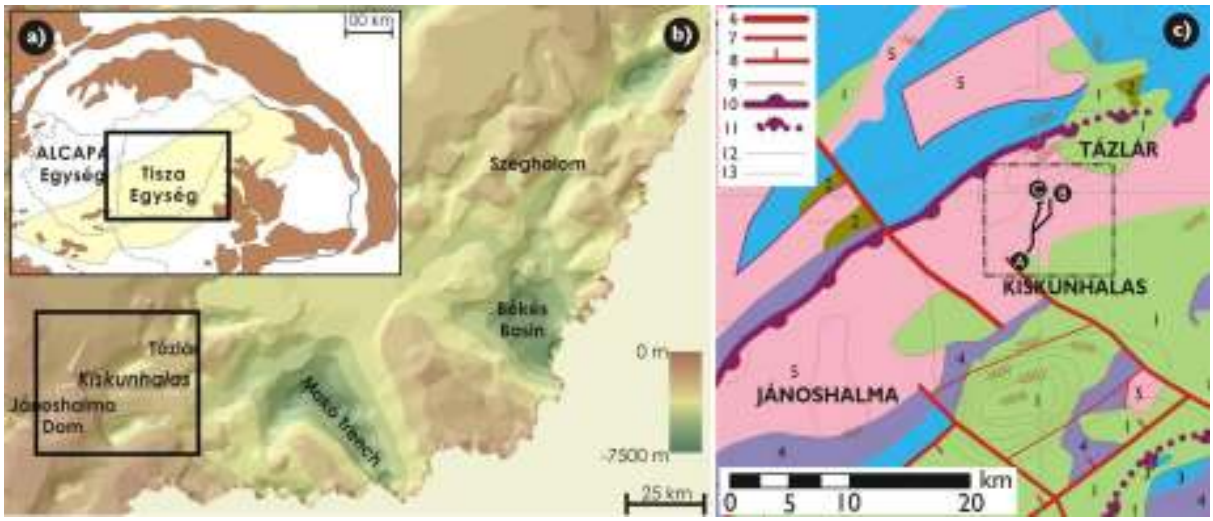
Az alföld aljzata évtizedek óta egy izgalmas kutatási téma, melynek mind alap-, mind alkalmazott kutatási vonatkozása igen sokrétű. Habár a feltártságot nagyban meghatározza az ipari érdeklődés, az így nyert minták és adatok jó betekintést engednek az adott terület geológiájába. Néhány, az érdeklődés középpontjában lévő terület már egészen jól feltárt, míg más kevésbé frekventált területek ismerete jelentősen elmarad ezektől. Tanszékünkön, illetve a Fractured Reservoir Group kutatócsoportunkban sok éves hagyománya van az aljzati tárolók komplex vizsgálatának, mely törekszik arra, hogy mind a tisztán tudományos, mind az ipari kutatási szempontokat figyelembe vegye.

Jelen munka a Kiskunhalasi metamorf aljzat kőzettani és szerkezeti felépítésével foglalkozik.

Földtani háttér

A Kiskunhalasi repedezett szénhidrogén tároló az Alföld aljzatában, a Kőrösi Egységen belül, Jánoshalma Dóm és Tázlár mező között fekszik (1. ábra). Ez az aljzat magaslat körülbelül 1700-2000 méter mélyen, Miocén üledékek feküje.

A korábbi publikációk és kutatási jelentések [1-6] változatos kőzettani felépítésről számolnak be (gneisz, milonit, migmatit, amfibolit, fillit), bár azok szerkezeti felépítését csak részben tárták fel. A leírt kőzettípusok alapján többféle fejlődés történetet is felvázoltak.



1. ábra: a) Tiszai Egység helyzete a Pannon-medencében, keret a b) térképet jelöli; b) az Alföld aljzatának topográfiája, Kiskunhalas-mező elhelyezkedése, keret a c) térképet jelöli; c) Kiskunhalas-mező és környékének földtani térképe, a 2. ábra szelvényeinek lefutása. ([7] alapján)

Jelmagyarázat: Földtani képződmények: 1 – Kréta üledékek, 2 – Kréta vulkanitok, 3 – Jura üledékek, 4 – Triász üledékek, 5 – Variszkuszi kristályos képződmények. Térképi jelek: 6 – Elsőrendű Kainozoos tektonikai elem, 7 – Másodrendű Kainozoos tektonikai elem, 8 - Másodrendű Kainozoos normálvető, 9 – Harmadrendű Kainozoos tektonikai elem, 10 – Elsőrendű Mezozoos takaró, 11 - Elsőrendű Mezozoos takaró, fedett, 12 – Földtani képződmény határ, 12 – Pretercier aljzat szintvonalai.

Módszerek és eredmények

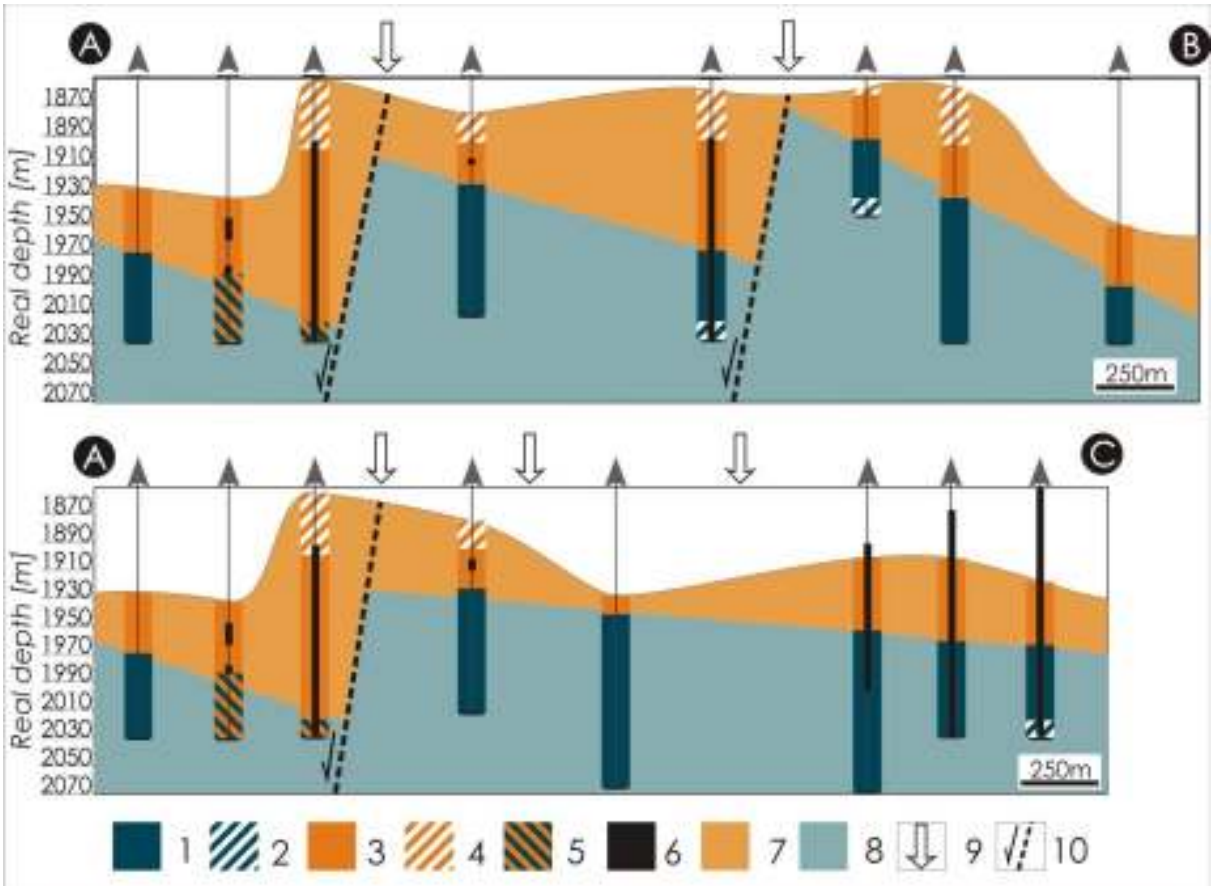
Részletes makroszkópos és mikroszkópos vizsgálattal négy fő kőzettípust különítettünk el a területen, melyek ideális kőzetoszlopban elfoglalt helyéről a kutakban tapasztalt szomszédsági viszonyok adtak tájékoztatást. Legalsó szerkezeti helyzetben egy, a szomszédos Jánoshalma Dóm ortogneiszével azonosított ortogneisz foglal helyet. Efölött következik ennek a kőzettípusnak az erősen nyírt változata az ortogneisz milonit. A milonitos zóna litológiai szempontból nem egységes, kőzettanilag az előzőtől eltérő grafitos gneisz milonit a másik alkotója. A metamorf kőzetoszlopot egy kis fokú, grafitos karbonát fillit zárja. A kőzettípusok termometriai eredményei [8] közel 200 °C metamorf fokbeli különbséget tártak fel, mely a milonitok jelenlétével együtt arra utal, hogy egy aljzatbeli nyírási zóna mentén alakult ki a kőzetoszlop jelenlegi képe. A milonitok deformáció idejéből őrzött hőmérséklete (kvarc szutúra termométer [9]) alapján, a Tdef ~ 455 °C lehetett.

A megismert kőzettípusok elhelyezkedéséről csak pontszerű információt adnak a fúrómagok. Egy pontosabb szerkezeti vázlathoz a földtani információ térbeli kiterjesztésére van szükség. Az érintett területen nem áll rendelkezésre szeizmikus szelvény, csak archív karotázs szelvények változó szelvény választékkal. A rendelkezésre álló gamma és ellenállás, illetve a porozitás követő (sűrűség, akusztikus, neutron) szelvényeket tudtuk használni a litológiák kút menti azonosításához. Az azonosításhoz és a litológiák közötti határ becsléséhez hagyományos cross plotokat, a litológia érzékeny MN plotot [10], és diszkriminancia analízist használtunk (részletek: [11]).

A rendelkezésre álló karotázs szelvény adatok alapján el tudtuk különíteni az ortogneiszt a milonittól, illetve a grafitos karbonát fillitet a milonittól. A kőzettanilag eltérő két milonit kőzettípus nem vált el a cross plotokon. A kutakban becsült litológia határokat szelvények mentén ábrázoltuk (2. ábra).

Diszkusszió

Ilyen lapos szögű, nyírt kőzetekkel jellemzett vetőzónák elválasztó vető működésére utalnak [12]. Ezek létrejöhetnek extenziós feszültségtérben, jellemzően mag komplex szerkezet kialakulását kíséri; illetve kompressziós feszültségtérben, mely takaró képződéshez köthető. A Kiskunhalason feltárt milonitok extenziós feszültségtérben kialakult szöveti bélyegeket viselnek [8], mely ugyan nem zárja ki az egész kőzettest vonatkozásában a kompressziós feszültségteret [13], mindazonáltal inkább az extenziós feszültségteret valószínűsíti.



2. ábra: Az 1/c ábrán jelölt szelvények.

Jelmagyarázat: 1 – milonit, 2 – valószínűleg milonit, 3 – ortogneisz, 4 – valószínűleg ortogneisz, 5 – ortogneisz vagy milonit 6 – szénhidrogén termelő szakaszok a kút mentén; feltételezett 7 – milonit vagy 8 – ortogneisz test; 9 – hidraulikai rezsim határ, 10 – feltételezett normál vető.

A szelvények alapján feltételezhetjük, hogy a számos hidraulikai rezsim határainak egy részét a fiatalabb normál vetők adják, rekesztőként viselkedve (2. ábra). Más esetekben viszont, ahol vető behúzása nem indokolt, a milonit zóna kőzettani és kőzetmechanikai sajátosságai [14] adhatnak okot a hidraulikai határ létezésére.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk a MOL NyRT-nek, hogy elérhetővé tette a Kiskunhalasi-mező mintáit, adatait, karotázs szelvényeit. Köszönetel tartozunk Vargáné Tóth Ilonának a karotázs szelvényekkel kapcsolatos nélkülözhetetlen segítségéért, illetve Kiss Balázsnak a hasznos

tanácsokért. Jelen kutatási eredmények megjelenését „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program" című, TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú projekt támogatja.

Irodalom

[1] T. Kovács G., 1973: A Duna-Tisza köze déli részének földtani fejlődés története. DSc Thesis, Szeged, Hungary

[2] Árkai P., 1978: A Kiskunhalas ÉK-I terület mezozoikumnál idősebb metamorf és magmás képződményeinek szénhidrogénprognózist elősegítő ásványtan-kőzettani és geokémiai vizsláglata. MTA GKI (Kézirat),

[3] Cserepes L., 1980: A Duna-Tisza Közi karbonnál idősebb képződmények petrológiai. MSZKFI, Budapest

[4] T. Kovács G., and Kurucz B., 1984: A dél-alföld mezozoikumnál idősebb képződményei. MÁFI, Budapest

[5] Cserepes-Meszéna B., 1986: Petrography of the crystalline basement of the Danube-Tisza Interfluve (Hungary). Acta Geol Hung 29(3–4):321–339

[6] Árkai P., 1993: The distinction between low-T retrograde metamorphism and weathering + burial diagenesis of the gneiss and mica schist basement complex, Great Plain, Hungary: A novel use of illite "crystallinity". - Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte, H. 8:337-351.

[7] Haas J., Budai T., Csontos L., Fodor L., Konrád Gy., 2010: Pre-Cenozoic geological map of Hungary, 1:500 000. Geological Institute of Hungary

[8] Nagy À, M. Tóth T (2012) Petrology and tectonic evolution of the Kiskunhalas-NE fractured CH-reservoir. S-Hung Cent Eur Geol 55(1):1–22

[9] Kruhl J. H., Nega M., (1996) The fractal shape of sutured quartz grain boundaries: application as a geothermometer. Geol Rundsch 85:38–43

[10]]Schlumberger 1989: Log Interpretation Principles/Applications. Schlumberger Wireline & Testing, Texas.

[11] Fiser-Nagy Á., Varga-Tóth I., M. Tóth T., (inpress): Lithology identification using open-hole well-log data in the metamorphic Kiskunhalas-NE hydrocarbon reservoir, South Hungary. Acta Geod Geophys.

[12] Lister G.S, Davis G.A., (1989) The origin of metamorphic core complexes and detachment faults formed during Tertiary continental extension in the northern Colorado River region, U.S.A. J of Structural Geol 11(1/2):65-94.

[13] Passchier, C.W., R.A.J. Trouw 2005: Microtectonics. – Springer, Berlin Heidelberg, 366 p.

[14] Nagy Á, M. Tóth T., Vásárhelyi B, Földes T. 2013: Integrated core study of a fractured metamorphic HC-reservoir; Kiskunhalas-NE, Pannonian Basin. Acta Geod Geophys. 48/1: 53-75.

A Mórágyi Gránit Formáció geotechnikai és földtani jellemzőinek kapcsolata a kőzettest osztályozásban, valamint a laboratóriumi kőzetmechanikai mérések és a kőzetékek modellezésének területén

Geotechnical characterization of Mórágy Granite Formation – Rock mass classification, rock mechanical characterization and wedge analyses on the strength of geological patterns

SOMODI GÁBOR[1], KOVÁCS LÁSZLÓ[1], ISTOVICS KRISZTINA[2]

[1]Kőmérő Kft., 7633, Pécs, Esztergár Lajos u. 19.
somodigabor@komero.hu , kovacslaszlo@komero.hu;
[2]Szegedi Tudományegyetem, Földtani és Őslénytani Tanszék, Egyetem u. 2.
krisztina_90@freemail.hu

Összefoglaló

A Bátaapátiban lezajlott felszíni kutatás óta elvégzett munkák egyre több információt szolgáltattak, és ez új, számszerűsíthető oldaláról is engedte a tárolókőzet megismerését . Az utóbbi évek során lezajlott geotechnikai kutatások és értékelések eredményeinek egy részét szeretné bemutatni az alábbi cikk.

A fúrásokhoz kapcsolódó geotechnikai minősítés és a fúrómagmintákon elvégzett laboratóriumi mérések eredményeinek leíró statisztikai és korrelációs jellemzését 2009 óta több kutatási jelentés is tartalmazta. A kőzettest osztályozás (jelen esetben RMR osztályozás) eredményei alapján négy csoportra különül el a Mórágyi Gránit Formáció: monzogránitra, monzonitra, a kettő keveredésével létrejött csoportra és a teléres megjelenéső kőzetekre. Ugyanakkor az egyes kőzetmechaniki laboratóriumi vizsgálati típusokon belül a diszkriminancia analízis alapján a kőzettípusok lényegében nem ismerhetők fel. Az eloszlásvizsgálatok során néhány paraméter esetében lehetővé vált a kőzettani elkülönítés, elsősorban akkor, ha a monzonit és a monzogránit típusú kőzeteket külön vizsgáltuk. A szilárdsági, rugalmassági és kőzettest osztályozási vizsgálatok alapján a monzonit típusú minták általában magasabb értékeket értek el.

A tárolókamrák tervezése során vizsgálni kellett a lehetséges kialakuló ékeket, amelyek a tervezett további kamrák stabilitását jelentősen befolyásolják. Ennek során a vágatléptékben fontos törések orientációinak és a törések hosszúságának vizsgálata került előtérbe. Az alagutak stabilitásában viszont a geotechnikai dokumentálás által nem rögzített, hosszabb törések is szerepet játszhatnak, amelyekről elsősorban a geológiai térképezés adott információt.

A törések orientációját vizsgáltuk a kitöltőanyag-vastagságok függvényében is, így a vágatdokumentációs jelentések eredményeit alátámasztva kijelenthetjük, hogy a kettő között kapcsolat van. A vizsgálatok alapján a különböző irányú törésfelületekhez különböző nyírószilárdság paraméterezés rendelhető.

Kulcsszavak

Geotechnikai minősítés, kőzetmechanika, geostatisztika, tagoltságok paraméterezése, radioaktív hulladéktároló.

Abstract

Between 2004 and 2012 huge amount of information were collected in the National Radioactive Waste Repository projects that allow the researchers and the designers to get to know the host rock more precisely.

The analysed geotechnical information contains dataset of the rock mechanical laboratory tests and the rock mass characterisation of drilling cores which were collected during the construction of the whole waste disposal project. On the basis of the results of rock mass ratings we can divide the rock types of Mórágy Granite Formation to four main geotechnical types: monzogranite, monzonite, hybrid made from the mixtures of these two and vein-type, near dyke rocks. Although according to discriminant analysis in point of laboratory measurements rock types are not recognizable, only as monzonite and monzogranite groups.

In aspect of underground excavations the geotechnical investigation bring into focus the fracture geometry according to the size of the excavation geometry. In our investigation those fractures which are in the size of tunnel scale are important. However, these results were influenced by tunnel size and don't include those fracture size, which may allow to shape larger wedges and geological mapping have more focus on identifying fracture continuity beetween consecutive tunnel faces and different tunnels.

Fracture analyses have revealed the correlation beetween the thickness of the filling material and orientation of fractures. These results lead us to characterize joints of different orientation with different shear strength parameters.

Keywords

Geotechnical characterization, rock mechanical laboratory tests, wedge analyses, joint condition parameters, radioactive waste repository.

Bevezető

Ebben az összefoglaló előadásban szeretnénk betekintést nyújtani a radioaktív hulladékelhelyezés keretén belül elvégzett geotechnikai kutatások eredményein keresztül, az utóbbi évek geotechnikai értelmezéseiben felhasznált földtani információk széles köréről, felhasználhatóságáról és fontosságáról.

1. Kőzettest osztályozás eredményeinek vizsgálata

A Mórágyi Gránit Formáció kőzetmechanikai adatainak statisztikai feldolgozását 2009-ben Geiger et al. [1] kutatási jelentésben ismertette. A kivitelezett munkák egyre több információt szolgáltattak, és ez új, számszerűsíthető oldaláról is engedte megismerni a tárolókőzetet.

A feldolgozások célja a fúrásokhoz kapcsolódó, időközben kibővült kőzetmechanikai, geotechnikai adatok statisztikai értékelése és értelmezése volt, amely elsősorban a tervezést szolgálta. A munka eredményeit a Geotechnikai Értelmező Jelentés [2] és a hozzá kapcsolódó statisztikai feldolgozásokat közlő jelentés foglalták össze [3]. Az adatok validálását a korábbi jelentésekben elvégzett munkák biztosították, amelyek útmutatóul szolgáltak és növelték az adatok megbízhatóságát. Kétféle adatrendszer vizsgálatát tartottuk szükségesnek, ezért elkészült mind a fúrásokhoz kapcsolódó geotechnikai minősítés, mind a fúrómagmintákon elvégzett laboratóriumi mérések eredményeinek leíró statisztikai és korrelációs jellemzése.

A kőzettest osztályozás eredményei alapján az aplit és a trachiandezit szignifikánsan nem különböznek egymástól, amit a teléres megjelenés indokolhat. Ugyanígy hasonló értékekkel jellemezhetők a kontaminált monzonit, a kontaminált monzogránit és kőzettani szempontból egy RMR szakaszon belül (1-3 m) a vegyes típusú csoportok átlagai is. Tehát a kőzettanilag hibridnek mondható kőzettípusok az RMR osztályozás alapján nem különülnek el. A vizsgálatok szerint geotechnikai szempontból lényegében négy csoportra különül el a Mórágyi Gránit Formáció: monzogránitra, monzonitra, a kettő keveredésével létrejött kőzetek csoportjára és a teléres megjelenésű kőzetekre [3].

2. Kőzetmechanikai laboratóriumi eredmények értelmezése

Bár az eloszlások különböznek – elsősorban akkor, ha a monzonit és a monzogránit típusú kőzeteket kezeljük külön dominanciával –, a kőzettípusok lényegében nem ismerhetők

fel az egyes laboratóriumi vizsgálati típusokon belül a diszkriminancia analízis lapján. A monzogránit laboratóriumi vizsgálati eredményei számosabbak, ezért a statisztikai populáció jellemzői általában véve a monzogránit jellemzőit tükrözi. A szilárdsági, rugalmassági és kőzettest osztályozási vizsgálatok alapján a monzonit típusú minták magasabb eredményeket értek el. Az összes vizsgálat eredményei alapján kijelenthető, hogy létezik a kőzettani sávokhoz köthető elkülönülés, de a két kőzettípus keveredésével létrejött típusokon belül nehéz különálló, egyértelmű csoportokat találni, és az azonos kőzettani összetételű minták is nagyon eltérőek lehetnek.

3. Alagutak körül kialakuló kőzetékek modellezése

3.1. Az Unwedge szoftverről és a kialakuló kőzetékekről röviden

A Rocscience termékcsalád Unwedge szoftverét a föld alatti üregrendszerek körül kialakuló kőzetékek vizsgálatára fejlesztették ki. A szoftverrel elvégezhető analízis célja, hogy az alagúttervezés és - kivitelezés számára a biztosítószerkezet optimalizálásához adatokat szolgáltasson, elsősorban a kőzethorgonyok optimális kiosztására vonatkozóan. A modell egyik eredményeként a kőzetékek nagyságáról és veszélyességéről kapunk információt [5]. Jelen előadásban csak a modellezés bemenő paramétereinek meghatározásához elvégzett törésirány és kitöltőanyag-vastagság elemzések eredményeivel foglalkozunk.

Az Unwedge modellezést a törések elemzése előzi meg. Ez elsősorban a törések orientációjának vizsgálata, amely meghatározza, hogy milyen törésirány-kombinációk alakíthatnak ki kőzetékeket. A szoftver a repedésfelületek nyírószilárdságának modellezését is igényeli. Így a törésfelületek érdessége és a kitöltőanyag minősége és vastagsága hangsúlyos szerepet kap a modellezésben. Mivel a modellezés során minél reálisabb képet szerettünk volna kapni, ezért elvégeztük a rendelkezésünkre álló terepi információk részletes értékelését. A törésirányok elemzését a Rocscience, Dips programja segítségével készítettük el. A modellezés alapvető célja volt, hogy a valóságot minél jobban leképezve kellően konzervatív maradjon. A törésfelületek kitöltőanyag-vastagságát csak leíró statisztikai módszerekkel vizsgáltuk, az Excel program segítségével.

3.2. Töréshosszak elemzése

A törésgeometriai viszonyok vizsgálatával egy valósághoz közelebb álló geometriai paraméterezést szerettünk volna megadni. Ezért elsősorban a vágatléptékben fontos töréshosszak vizsgálatára koncentráltunk. A geotechnikai és a geológiai vágatdokumentálás értékelése során arra a következtetésre jutottunk, hogy a törések gyakorisága és a dokumentált töréshosszak miatt a Mórágyi Gránitban ritkán alakulhatnak ki nagyobb ékek. A geológiai térképezés eredményei alapján [4], a vágat stabilitását meghatározó ékek tekintetében a törések folytonossága nem haladja meg a 30 métert az I. kamramező területén.

3.3. Törések orientációjának vizsgálata

A törésorientációs vizsgálatokat számos megközelítéssel elvégeztük. Elsőként a földtani sávosság és tektonikai szerkezetek által behatárolt területen előállt adatrendszerrel dolgoztunk, ahol elsődleges szempont volt a teljes adatrendszer jellemzése. Ez a vizsgálat adta a kőzetékek modellezésének bemenő orientációs paramétereit. Következő lépésben a

teljes adatrendszert szűkítettük tovább, úgy hogy a leválogatás egyik szempontja a repedéskitöltő anyagok dokumentált összvastagsága volt, a másik, hogy a repedés tartalmazott-e agyagot. Ezt a későbbi modellfelépítéshez felhasználtuk. Az elemzést a tárolókamrák szintjében megismert jellemző földtani pászták és tektonikai szerkezetek figyelembe vételével végeztük el. A törések orientációját vizsgáltuk a kitöltőanyag-vastagságok függvényében is, így a vágatdokumentációs jelentések eredményeit alátámasztva kijelenthetjük, hogy a kettő között kapcsolat van. Eredményeink alapján az agyagtartalmú törések orientációja a repedések kitöltőanyag-vastagságának függvényében eltérhet. Az eredményekből kiindulva állítottuk fel a törésfelületek nyírószilárdságának modelljeit.

4. Összefoglaló megállapítás

Kijelenthető, hogy a geotechnikai vizsgálatok eredményeiben különbség mutatkozik mélység és területi elkülönítés szerint is. A különbségek látszólag a nagyobb kőzettani pászták szerint rendeződnek és a nagyobb tektonikai szerkezetek által is befolyásoltak.

5. Köszönetnyilvánítás

A szerzők szeretnék kifejezni hálájukat a konferenciaszervezőknek az előadás kivonatának elkészítése során nyújtott segítségükért és türelmükért, Dr. Geiger János egyetemi docensnek, a statisztikai feldolgozásokban nyújtott segítségért, valamint a Radioaktív Hulladékkezelő Közhasznú Nonprofit Kft-nek az előadás engedélyezéséért.

Irodalom

[1] Dr. Geiger J. (SZTE), Kovács L., Deák F., Somodi G. (Kőmérő Kft.), (2009): A Bátaapáti kőzetmechanikai mérések matematikai statisztikai feldolgozása. – Szeged-Pécs, 2009. május. Kézirat, RHK Kft. Irattára, Paks. RHK-K-077/09.

[2] Kovács L., Deák F., Somodi G., Mészáros E., Máté K., Jakab A. (Kőmérő Kft.); Vásárhelyi B. (Vásárhelyi és Társa Kft.); Geiger J. (SZTE); Dankó Gy., Korpai F., Mező Gy., Darvas K. (Golder Zrt.); Ván P., Fülöp T., Asszonyi Cs. (Montavid Termodinamikai Kutatócsoport) (2012): A Geotechnikai Értelmező Jelentés (GÉJ) felülvizsgálata és kiterjesztése. Kézirat, Paks, RHK KFT. RHK-K-033/12.

[3] Somodi G., Kovács L., Máté K. (Kőmérő Kft.), Dr. Geiger J. (SZTE), (2013): A Geotechnikai Értelmező Jelentés (GÉJ) felülvizsgálatát és kiterjesztését megalapozó geostatisztikai vizsgálatok. Kézirat. 2013. február, Pécs-Szeged, RHK Kft. Irattár, Paks. RHK-K031/12.

[4] Szebényi G., Török P., András E., Szamos I. (Mecsekérc Zrt.), Gyalog L., Borsody J., Füri J., Gulácsi Z., Maros G. (MÁFI) Deák F., Jakab A., Kovács L., Máté K. (Kőmérő Kft.), (2011): Az NRHT I-K1 és I-K2 tárolókamra kivitelezés vágatdokumentációs jelentése. Kézirat - Mecsekérc Zrt., RHK Kft. Irattár, RHK-K-075/11.

[5] www.rocscience.com

A felszín alatti vizek geokémiai szempontjai a sörfőzésben

Relationship of brewing and the chemical properties of groundwater

HÁGEN ANDRÁS

Újvárosi Általános Iskola, 6500, Baja. Oltványi u. 14.
hagen13@freemail.hu

Összefoglaló

Az emberiség egyik leggyakoribb, és legnépszerűbb itala a sör. Napjainkban a sörfőzéshez használt vizet, a megfelelő kémiai kritériumokkal bíró felszín alatti vízből biztosítják és nagy távolságokba szállítják, ugyanis a sörfőzéshez elengedhetetlen, hogy a felszín alatti víz geokémiai összetevője megfelelő legyen, ne legyen szükség kémiai (fel)javításra. Fontos kémiai alkotórész a felszín alatti vizekben a négy kation, a kalcium, a magnézium, a nátrium, a kálium és mellettükaz anionok, mint például a szulfátok, a klorid.

A történelmi időkben nem volt lehetséges a felszín alatti víz tartályokban történő szállítása, ezért a sörfőzde közelében alakították ki a víznyerő kutakat.

A Pannon-medence különösen gazdag felszín alatti vizekben, ezt már a 19. század végén és a 20. század elején felismerték a szakemberek. Szemléltetésként bemutatok két sörfőzdét (Kőbányai-, és Pécsi sörfőzde), és az ott felhasznált felszín alatti víz hidrogeológiai és geokémiai jellemzőit, vagyis azt, hogy a felszín alatti víz típusa, geokémiai jellemzője milyen mértékben befolyásolta a sör pH-ját.

A diszkusszióban egy táblázatban összesítem a sörfőző telephelyek által felhasznált felszín alatti víz geokémiai sajátosságait. Napjainkban a vízszivattyúknak köszönhetően nagy távolságokra is eljuttathatják a vizet, ezért a sörfőzdék vízkinyerő helyének geológiai felépítése, hidrogeológiája, és geokémiája már kevésbé fontos, mint a közelmúltban.

Kulcsszavak

Sör, felszín alatti vizek, geokémiai, kation, anion.

Abstract

One of humankind's most popular and consumed drinks is beer. The groundwater used for brewing should meet certain geochemical criteria. Nowadays, if groundwater is chemically inappropriate in the surroundings of breweries, groundwater with appropriate chemical characteristics is pumped out in remote areas and transported long distances to the breweries in order to avoid chemical improvement of locally available water. Four cations, namely calcium, magnesium, sodium and potassium are important elements in groundwater. Besides the cations, the anions, such as sulphates, chloride, are also important.

In historic times, however, it was not possible to transport groundwater in tanks, therefore water wells were bored in the vicinity of breweries.

At the end of the 19th and at the beginning of the 20th centuries experts recognised that the Pannonian Basin is particularly rich in groundwater. In the present paper I focus on two Hungarian breweries (Kőbánya Brewery and Pécs Brewery) and the hydrogeological and geochemical properties of groundwater used by them, i.e. I analyse how and to what extent the type and geochemical characteristics of groundwater used for brewing influenced the pH of beer.

In the discussion section of the paper I summarize the geochemical characteristics of groundwater used by different breweries in tabular form. Nowadays, as a result of water-pumps, groundwater can be transported long distances therefore the geological structure, the hydrological and geochemical properties of the water extraction sites (wells) of the breweries are less important than in the recent past.

Keywords

Beer, groundwater, geochemistry, cation, anion.

Bevezetés

Úgy tartják, hogy a sör az egyik legrégebbi élelmiszer és a leginkább megbecsült ital a világon. A sörgyártás szinte egyidős az emberiség történetével. A szudáni ásatások során fellelt 7000 éves edényben sör maradványait mutatták ki. 4000 éves írásos bizonyítékát találták meg a sör készítésének a sumérok világából, ahol halállal fenyegették meg, aki manipulálta a hagyományos recepteket. Az egyiptomiaknál lényeges részét képezte a túlvilági életnek. Európában elsőként Tacitus írja le az első században a letelepedett germánok gabonatermesztő kultúráját. A Germán katonai csapatok sörfőző alkalmatosságait hozták a felszínre az ásatások Konstantin császár idejéből. A korai középkorban Flandria (a mai Belgium) volt nevezetes sörfőzéséről. A korai középkor nagy kalandozói, a vikingek egyenesen az istenek italának tartották a sört.

A minőségi sör erjesztett gabonából készül, és a minőségét öt tényező befolyásolja: az első az íze, a második az alkoholtartalom, a harmadik a színe, a negyedik a szén-dioxid tartalom (ami a habtulajdonságokért is felelős), s ötödik a tisztasága. Ezek a tényezők nagyban függenek a használt összetevőktől, különösen a víztől, amelynek minősége nagyban függ a geológiai és hidrogeológiai tényezőktől.

A főzési folyamat során nagy mennyiségű vizet használnak fel, és a magára valamit is adó sörfőzdék rendelkeztek magán kutakkal, amely garantálták a sör tisztaságát. A középkorban nem volt gond a vízzel, mert akkor a legjobb minőségű vizet a folyók adták, azonban az ipari forradalom óta már nem adtak a folyók „tiszta” vizet, nem is beszélve a 20. századról.

1. A sörkészítés geokémiai szempontjai

A természetes vizek négy kationt tartalmaznak, amelyek a főzési folyamat során válnak fontossá. A négy kation a kalcium (Ca^{2+}), a magnézium (Mg^{2+}), a nátrium (Na^{+}) és a kálium (K^{+}). A kalciumot az enzimek stabilizálására használják, ugyanis lebontja a keményítőket és ezzel foszfát (P) csapódik ki, amely javítja a víz savas kémhatását és lehetővé teszi a mikrobiális aktivitást [2]. A magnéziumnál is hasonló hatással kell számolnunk, de mellette szabályozza a foszfát tartalmát is a sör cefrében. Ha sok a magnézium, akkor a sör keserű lesz. Nagy mennyiségben jelen lévő nátrium és kálium tönkre teheti a sör ízét, és amit még fontos megjegyezni az a hashajtóhatása e két kationnak.

Azokon a területeken, ahol karbonátos képződmények – amelyek nagy mennyiségben tartalmaznak kalciumot és magnéziumot (dolomit, $CaMg(CO_3)_2$) – alkotják az aljzatot felépítő réteget (nagy valószínűséggel abból nyerik ki a szükséges vizet is) ott nagy problémát jelent a víz és a cefre pH tartalmának ellenőrzése [1]. Az alacsony pH tartalom esetében viszonylag édes sör lesz, azonban a további összetevőkkel variálhatjuk az íz hatást.

A víz kationok mellett anionokat is tartalmaz, amelyek szintén befolyásolhatják a végterméket. Az egyik ilyen a szulfátion (SO_2^{-4}), amelyek főleg evaporitos (só) kőzetekből származik. Ez adja a sör keserű ízét, mégpedig úgy, hogy a komlóból kinyert olajban lévő magnéziummal reakcióba lép a szulfát, és ezzel létrejön a magnézium-szulfát ($MgSO_4$), vagyis a keserű só.

Szintén fontos szerepet töltenek be a klorid (Cl-) anion és a nátrium (Na^+) kation. Ezek együttesen adják a sós (NaCl), keserű ízt, de helyes arányokban keverve a klorid ion adja a sör egyedülálló ízét [1].

Vannak olyan régiók, ahol homokkő, paleozoikumi és prekambriumi metamorf kőzetek adják a szükséges vizet, ezek azonban kevésbé tartalmaznak oldott állapotban ásványi anyagot és ionokat. Ennek köszönhetően a sör íze kevésbé lesz kivehető, így a sört tovább kell érlelni, ami mellesleg tovább is növeli az ital alkoholtartalmát.

2. A magyar sörfőzés

Elődeink a sörfőzés technikáját a szláv népektől vették át. Ezek a népek már általánosan használták a komlót az árpa- és a malétalé ízesítésére. A magyar sörgyártás története a XIX. század közepéig nyúlik vissza, amikor is megkezdődtek német és cseh mintára a víznyerő kutak fúrása. Ekkor kezdte működését a Kőbányai sörgyár (1862), Nagykanizsai sörgyár (1892), valamint a 14. század elején (1301) alapított pécsi sörfőzde is komolyabb mértékben kezdte előállítani a sört (1848). A magyar sörfőzdék termékei közül a kőbányai-, és pécsi főzdék – a nagyüzemi szivattyúk előtti – vízforrás lelőhelyeket vizsgáltam meg.

2.1. A kőbányai sörfőzde

1862-ben Dreher Antal felvásárolta a Barber és Kluseman sörfőzdét és a Schmidt-féle Kőbányai Serfőzdét, amelyből megalapította a Dreher sörgyárat. Az egykori kőfejtő szomszédságában hat gyár állott, amely nagyüzemhez hasonlóan ontotta az „isteni nedűt”.

A sörgyártásához elengedhetetlen forrásvizet a Forrásmajori kutakból nyerik. A X. kerültben lévő kút talpmélysége 160 méter, és rétegvíz az innen kinyert víz típusa. Az üledék kora felső-pannon, vagy kvarter. A kinyert víz oldott anyag tartalma és hőmérséklete nem haladja meg a 35 °C-ot, ezért nem minősül termálvíznek.

2.2. Pécsi sörfőzde

Pécs városának sörfőző hagyománya a középkorra nyúlik vissza, hiszen az ispotályos rendek már 1301-től főzték itt a Mecsek kristálytiszta forrásainak vizéből készített sört.

A törökök kiűzése (1686) után a járványok leküzdésében a sör is szerepet játszott. Ha már vizet nem ihattak, csak forralva, félve a fertőzéstől, akkor sört főztek. Ezt az osztrák, bajor betelepülők is segítették.

1762-ben adták bérbe Melczer Antalnak a városi serfőzdét. Hirschfeld Sámuel 1848-ban alapította a sörgyárat, amelyben 1882-ben 4 ezer hl sört főztek. 1911-ben felvette a Pannónia Sörfőző Rt. nevet, ugyanakkor egy nagyobb méretű sörgyárat is építettek.

A cikk szempontjából négy forrását vizsgáltam meg a pécsi sörfőzdének. Az 1. számú kút talpmélysége 150 méter és a víz forrása rétegvíz. Az 1. számú ásott kút talpmélysége 6 méter, és a vizet a talajvízből nyerték ki. Ebből következően az első kút vize felső-pannon, vagy kvarter, a második ásott kúté tisztán kvarter, azon belül is holocén.

A 2. számú kút talpmélysége 60 méter és karsztvíz a forrás. Az 5. számú kút mélysége 40 méter és ugyancsak karsztvíz. Ezen adatokból következően az anyakőzet karbonátos kőzet,

amelynek kora a mezozooikumra datálódik. A négy kútból kinyert víz ásványi anyag tartalma és hőmérséklete nem éri el a 35 °C-ot, ezért nem minősülnek termálvíznek.

3. Diszkusszió

Az adatokból láthatjuk, hogy a vizsgált hat vízforrás közül, három forrás felső-pannon, kvarter kőzetekből fakadó vizet ad (PANNONIA Sörgyár Bálics fúrt kút, Pécsi Sörfőzde RT. 1. sz., Budapest Dréher IV/2.). A fúrások közül kettő karsztvizet ad (Pécsi Sörfőzde Rt. 2. sz., Pécsi Sörfőzde Rt. 5. sz. k.), valamint egy ásott kút tisztán kvarter vízforrásból fakad (Pécsi Sörfőzde Rt. 1. sz. ásott kút) (1. táblázat).

1. táblázat: A vizsgált hat víznyerő forrás fontosabb tulajdonságai

VIFIRKOD	TELEPULES	HELYI_NEV	TALP	VIZTIPUS	TERMAL	VTEST_KOD1	Megjegyzés
k011240003	Pécs	PANNONIA Sörgyár Bálics fúrt kút	44,70	Réteg	Nem	h.1.12	NH_4: 0,07; Ca: 120; Mg: 83; Fe: 0,01; NO_3: 70; NO_2: 0,01; Cl: 66; SO_4: 125; HCO_3: 442,25; pH:7,15; össz. kem: 360.
k011240123	Pécs	Pécsi Sörfőzde RT. 1. sz.	150,00	Réteg	Nem	h.1.12	Na: 445; NH_4: 0,5; Ca: 443; Mg: 125; Fe: 3,7; Mn: 0,04; NO_3: 1,1; NO_2: -; Cl: 147; SO_4: 1333; HCO_3: 555,1; pH: 6,97; össz. kem.: 680.
a011240002	Pécs	Pécsi Sörfőzde Rt. 1.sz. ásott kút	6,00	Talaj	Nem	sh.1.12	-
k011240124	Pécs	Pécsi Sörfőzde Rt. 2.sz.	60,00	K	Nem	k.1.8	NH_4: 0,24; Ca: 188; Mg: 114; Fe: 0,45; Mn: 0,05; NO_3: 40; NO_2: 0,03; Cl: 86; SO_4: 442; HCO_3: 524; pH: 7,1; össz. kem.: 524.
k011240141	Pécs	Pécsi Sörfőzde Rt. 5. sz.k.	40,00	K	Nem	k.1.8	K: 12; Na: 40; NH_4: 0,02; Ca: 153; Mg: 67; Fe: 0,47; Mn: 0,33; NO_3: 65; NO_2: 0,04; Cl: 64; SO_4: 227; HCO_3: 458; pH: 7; össz. kem.: 369.
k200100113	BP.10. kerület	Budapest Dréher IV/2.	160,00	Réteg	Nem	p.1.14.1	NH_4: 0,47; Ca: 97; Mg: 40,6; Fe: 0,18; Cl: 52; SO_4: 66; HCO_3: 6,1; pH: 8; össz. Kem.: 154;

Összességében megállapítható, hogy a kémiai tényezők a sör összetevőinek minőségében, az ízvilágában és a karakter kialakulásában játszanak meghatározó szerepet.

Napjainkban a vízszivattyúknak köszönhetően nagy távolságokra is eljuttathatják a vizet, ezért a sörfőzdék vízkinyerő helyének geológiai felépítése, hidrogeológiája, és geokémiája már kevésbé fontos, mint a közelmúltban. Sok kút vagy forrás – főképp az erősen iparosodott országokban, ahol intenzív mezőgazdaság folyik, erősen szennyezett.

A modern sörfőzdék ioncserélt vizet használnak, amelyhez hozzáadták a kívánt kémiai összetevőket, ezzel is javítva higiéniát és jobb minőséget.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni Gál Nóra Editnek a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet munkatársának, amiért lehetővé tette a sörfőzéshez hasznosított (kőbányai-, és pécsi üzemek) felszín alatti vizek kémiai tulajdonságait.

Irodalom

[1] Cribb, S.J. 2005 a.: Geology of Beer. – In: Selley, R.C.; Cocks, L.R.M. & Plimer, I.R. 2005: Encyclopedia of Geology. – Elsevier Academic Press, 78-81.

[2] Cribb, S.J. 2005 b.: Geology of Whisky. – In: Selley, R.C.; Cocks, L.R.M. & Plimer, I.R. 2005: Encyclopedia of Geology. – Elsevier Academic Press, 82-85.

Poszterek

A Gyűrűfűi Riolit Formáció kőzetmintáinak vizsgálata a Mecseki Ércbányászati Vállalat „Vulkanitok, etalon kollekció" csiszolatgyűjteményének felhasználásával

Petrographic analysis of Gyűrűfű Rhyolite Formation using the thin section collection of MecsekOre Company

HIDASI TIBOR[1], VARGA ANDREA[1], PÁL-MOLNÁR ELEMÉR[1,2]

[1]*Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék*
hidtib@gmail.com, andrea.varga.geol@gmail.com, palm@geo.u-szeged.hu;
[2]*MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport*

Összefoglaló

Munkánkban a Mecsekérc Zrt. „Vulkanitok, etalon kollekció" csiszolatgyűjteményéből a permi Gyűrűfűi Riolit Formációt (mélyfúrások és felszíni feltárások, Nyugat-Mecsek; Bisse–1 fúrás, Villányi-hegység északi előtere) és a Cserdi Konglomerátum Formációt (mélyfúrások és felszíni feltárások, Nyugat-Mecsek) képviselő minták petrográfiai jellemzését végeztük el. A Gyűrűfűi Riolit mintákban nagy hőmérsékleten devitrifikálódott, deformált relikt horzsakövek, illetve üvegszilánkok, szferolitos-axiolitos bélyegek figyelhetőek meg; továbbá rosszul osztályozott, szilánkos, töredezett kristálytöredékekben gazdagok. Szövetük általában relikt vitroklasztos. A Cserdi Konglomerátumot képviselő minták felzites, illetve átalakult vitroklasztos vulkanitszemcséket tartalmaznak. A Gyűrűfűi Riolit a Bisse–1 fúrás anyagában relikt perlites szerkezetű. Eredményeink megerősítik azt a munkahipotézist, hogy a Gyűrűfűi Riolit Formáció részben, vagy egészben magmás robbanásos kitörés során létrejött piroklaszt-ár eredetű. Nem zárható ki az a feltevés sem, hogy a Cserdi Konglomerátum Formáció lerakódásának kezdetén ez a vulkanikus folyamat nem állt le, hanem azzal egy időben, a piroklasztokból vulkanoszediment rétegek jöttek létre.

Ez a munka a PD 83511 számú OTKA téma és az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/27/11) támogatásával, valamint a Mecsekérc Zrt. engedélyével készült.

Kulcsszavak

Gyűrűfűi Riolit, perm, piroklasztit, horzsakő, vulkáni üvegszilánk, devitrifikáció, szferolit

Abstract

In this study the samples of the „Vulkanitok, etalon kollekció" thin section collection (MecsekOre Ltd.) were examined, representing the Permian Gyűrűfű Rhyolite Formation (selected boreholes and outcrops, W Mecsek Mts.; core Bisse–1, northern foreland of Villány Mts.) and Cserdi Conglomerate Formation (boreholes and outcrops, W Mecsek Mts.). The Gyűrűfű Rhyolite samples consist of relict pumices, volcanic glass shards, spherulites-axiolites, furthermore are rich in poorly sorted broken phenocrysts, showing strongly altered vitroclastic texture with features of high-temperature devitrification. The Cserdi Conglomerate samples contain framework volcanic rock fragments with felsitic and altered vitroclastic textures. Volcanic texture of the specimens from the core Bisse–1, however, can be classified as altered perlitic one. Our results comfirm the hypothesis that the rocks of the Gyűrűfű Rhyolite are at least partially derived from magmatic explosive pyroclastic flows. Probably when the Cserdi Formation started to accumulate, this process did not stop, but volcanosediment layers were contemporarily deposited.

This research has been supported by the OTKA PD 83511 project, and it was additionally supported by the János Bolyai Research Scholarship of the HAS as well as the MecsekOre Ltd.

Keywords

Gyűrűfű Rhyolite, Permian, pyroclastic deposit, pumice, volcanic shard, devitrification, spherulite

A Tokaji-hegység idős kőzetzárványai

Old xenoliths of the Tokaj Mountains

HORVÁTH ATTILA, LESS GYÖRGY

Miskolci Egyetem, Ásványtani-Földtani Intézet
attila0514@gmail.com, foldlgy@uni-miskolc.hu

Összefoglaló

A Tokaji-hegység aljzatáról kevés információval rendelkezünk. A hegység Ny-i felén egy szerkezetkutató fúrás sem érte el a neogén vulkáni összlet feküjét, ezért itt csupán a xenolitokból nyerhető információkra támaszkodhatunk. A Tokaji-hegység több területre osztható a felszínen megjelenő kőzetzárványok alapján. Ez az eloszlás az alaphegység litológiáját tükrözi az adott területen. A Pálháza-Makkoshotyka vonaltól K-re eső területen az alaphegység kiemelt helyzetű (innen fúrásos információval is rendelkezünk). Sárospatak környékén mészkő xenolitokat, míg a hegység ÉK-i részén főleg metamorf zárványokat lehet találni. A metamorf zárványok Felsőregmec környékén a Vilyvitányi-rögből származnak, amely a Veporidákkal rokon kőzetekből épül fel. A Pálháza-Makkoshotyka vonaltól Ny-ra valószínűleg szendrői típusú aljzat található az innen előkerült agyagpala zárványok alapján. Ennek a területnek az északi, kisebb részében, Gönc közelében gneisz zárványt azonosítottunk, ami alapján nem kizárható, hogy itt a Gömöridák alkotják az aljzatot.

Kulcsszavak

Tokaji-hegység, xenolit, kőzetzárvány, Szendrői-hegység, Gömöridák, Veporidák, Vilyvitányi-rög

Abstract

We have little information on the basement of the Tokaj Mountains. At the western part of the mountains none of the drillholes have reached the footwall of the Neogene volcanic succession therefore we have data only from xenoliths. The Tokaj Mountains can be divided into several parts by the xenoliths occurring on the surface. This distribution reflects the lithology of the basement in the given area. In the area lying E from the Pálháza-Makkoshotyka line the basement emerged and data from boreholes are also available. We can find limestone xenoliths in the area of Sárospatak, while in the northeastern part metamorphic xenoliths can be found. The Vilyvitány block near Felsőregmec consists of metamorphic rocks having correlated with the Vepor Unit. To the West of the Pálháza-Makkoshotyka line we suppose Szendrő Unit type rocks based on the slate xenoliths. In the northern part of this area near Gönc a gneiss inclusion suggesting Gemer type substratum have been identified.

Keywords

Tokaj Mountains, xenolith, inclusion, Szendrő Unit, Gemer Unit, Vepor Unit, Vilyvitány block

A mecseki feketekőszén telepek geokémiai felülvizsgálata

The geochemical revision of the Mecsek Hard Coal Deposit, Mecsek, Hungary

HORVÁTH RÉKA[1], FÖLDESSY JÁNOS[1], DRIES DU PLOOY[2], MAJOROS PÉTER[2], PAPRIKA DÓRA[2]

[1]Miskolci Egyetem, Ásványtani Földtani Intézet,
horvathreka88@gmail.com, foldfj@uni-miskolc.hu;
[2]Wildhorse UCG Kft.,
DriesD@wildhorse.com.au, pmajoros@wildhorse.hu, dpaprika@wildhorse.hu

Összefoglaló

A világ különböző pontjairól már régóta ismeretes a szenek ritkaelem (elsősorban B, Be, Ge, Mo, U, V) dúsulása a szerves anyag adszorpciós képessége révén. Magyarországról a késő-triász – kora-jura korú Mecseki Kőszén Formációt említi a szakirodalom, melyben jelentős koncentrációban dúsulnak a fentebb említett elemeken kívül a ritkaföldfémek is. A területen már az 1950-es évek elején megindultak a szenes összlet ritkafém tartalmának feltérképezésére irányuló geokémiai vizsgálatok.

A kőszén limnikus-paralikus kifejlődésű. A kőszenes összlet egy tektonikus félárokban halmozódott fel, így a képződmény vastagsága egyenlőtlen: a déli területeken 1000 m körüli, míg északon 150-200 m (Nagy, 1969)[2]. A liászban a szénmedence északi peremén gránit és metamorf kőzetek alkották a felszínt, ahonnan feltehetően a törmelékes anyag és ezzel a ritkafémek többsége (Be, Ga, Ge, Li, Mo, Nb, Pb, Sn, Tl, Zr) is származhat.

A Pécsbányán mélyült két fúrás mintáiból ICP-MS-sel végzett geokémiai elemzések eredményéből kitűnik – a korábbi irodalmi adatokkal (Csalagovits & Víghné, 1969) [1] összhangban – a Nb (326 ppm) és Ta (22,6 ppm) magas koncentrációja, és szoros korrelációs együtthatója (akár 0,99). A két fúrás és az egyes telepek nyomelem eloszlásai közt jelentős eltérések mutathatóak ki. Csalagovits & Víghné (1969)[1] a pécsbányai területen alacsony Be és Ge koncentrációt mért, melyet eredményeink is alátámasztanak. Célunk a vulkáni tevékenység szenes összlet nyomelem összetételére gyakorolt hatásának tisztázása, az esetlegesen fellépő remobilizáció nyomozása.

Kulcsszavak

Mecsek, kőszén-összlet, nyomelem dúsulás, alkáli magmatizmus, geokémia, ICP-MS

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV -2012-0005 jelű projekt részeként, a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Kiválósági Központ tevékenységének részeként az Új Széchenyi Terv keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. Jelen munka a Wildhorse UCG Kft.-vel szoros együttműködésben jött létre.

Irodalom

[1] Csalagovits I., Víghné Fejes M. 1969: Geokémia. A meddőkőzetek és a kőszén nyomelemei. Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyv 51/2, 517–591.

[2] Nagy E. 1969: A Mecsek hegység alsóliász kőszénösszlete, Földtan – Ősföldrajz. Magyar Állami Földtan Intézet Évkönyv 53, 289–319.

Abstract

It is a well-known fact, that coal may enrich in trace elements such as B, Be, Ge, Mo, U, V due to the adsorbing ability of organic matter. In Hungary, the Late Triassic – Early Jurassic Mecsek Coal Formation is the most important source of the abovementioned elements and in some cases the rare earth elements as well. The early geochemical studies of the rare metal (especially for Ge and Be) content of the hardcoal on this area began in 1950's.

The Mecsek Coal Formation formed in limnic, mostly in paralic depositional environment. The Mecsek Coal Formation was deposited in a half-graben sloping towards south, with coal seams becoming thicker towards the south (about 1000 m in the south, and 150-200 m to the north) (Nagy, 1969) [2]. The source of the rare metals (for instance Be, Ga, Ge, Li, Mo, Nb, Pb, Sn, Tl, Zr) in the coal may be linked to the neighbouring granitic and metamorphic rocks of the northern area which formed the margin of the basin in the Jurassic.

Samples were taken from two boreholes in Pécsbánya and were analized by ICP-MS. The geochemical data show high Nb (326 ppm) and Ta (22,6 ppm) concentrations and tight correlation (0,99) as Csalagovits & Víghné (1969) [1] revealed. Significant differences of trace element distribution may exist between the two boreholes and each coal beds. Our investigations confirm the report of Csalagovits & Víghné (1969) [1] about low Be and Ge concentrations from the Pécsbánya area. Our goal is to investigate the effect of volcanism on trace element composition and remobilization of the coal assamblage.

Keywords

Mecsek, coal beds, trace element enrichment, alkaline magmatism, geochemistry, ICP-MS

Acknowledgements

The described work was carried out as part of the TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV -2012-0005 project as a work of Center of Excellence of Sustainable Resource Management, in the framework of the New Széchenyi Plan. The realization of this project is supported by the European Union, cofinanced by the European Social Fund. This study is supported by the Wildhorse UCG Ltd.

References

[1] Csalagovits I., Víghné Fejes M. 1969: Geokémia. A meddőkőzetek és a kőszén nyomelemei. Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyv 51/2, 517–591.

[2] Nagy E. 1969: A Mecsek hegység alsóliász kőszénösszlete, Földtan – Ősföldrajz. Magyar Állami Földtan Intézet Évkönyv 53, 289–319.

Mitől vörös a lovasi okker? – A lovasi okker ásványtani és geokémiai vizsgálata

Lovas ochre, what makes its red color? – Mineralogical and geochemical analyses

KOVÁCS JÁNOS[1], JÁGER VIKTOR[1], SAJÓ ISTVÁN[2]

[1]PTE TTK Földtani Tanszék és PTE SzKK Analitikai Kémiai és Geoanalitikai Kutatócsoport, jones@gamma.ttk.pte.hu, jagerviktor@yahoo.co.uk;
[2]MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet, sajo.istvan@ttk.mta.hu

Összefoglaló

1951-ben a Mackó bánya területén dolomitbányászat közben szokatlan állatcsontok és kőeszközök kerültek elő. Ezeket a vörösokker bányászatához használták. A radiokarbon adatok alapján a bánya kb. 35 000 és 11 000 év közt üzemelhetett. Kutatásunk célja a vörös pigmentet adó ásvány meghatározása volt. A témában megjelent munkákban goethit és hematit jelenléte egyaránt szóbakerült. Az ásványtani és kémiai vizsgálatokat XRD, XRF, SEM és vékonycsiszolati módszerekkel végeztük. Az eredmények tisztán hematit jelenlétét bizonyították. A munkánk rávilágít a geológiai anyagvizsgálati módszerek fontosságára és lehetőségeire a régészeti kutatások területén.

Kulcsszavak

Vörösokker, hematit, geoarcheológia

Abstract

Palaeolithic paint mining pits were discovered (in 1951) near Lovas in the course of quarrying dolomite. In Hungary the first evidence of pigment use is the Lovas ochre mine operated between 35 and 11 ka BP. This work analyses the petrographic and mineralogical signatures of red ochre samples using the most common techniques (thin-section analyses, SEM, X-ray powder diffraction, XRF) in archaeological pigment characterization studies. All analyses identified the red material as hematite. The results obtained permit the identification and characterization of the ochre types and, furthermore, allow the establishment of mineralogical proxies for the study of questions related to ochre characterization, formation processes and provenance.

Keywords

Red ochre, hematite, geoarcheology

A Szalatnaki Agyagpala Formáció kőzettani vizsgálata a Horváthertelend–1 fúrásban

Petrographic Examination of Szalatnak Slate Formation from borehole Horváthertelend-1

MÉSZÁROS ELŐD, VARGA ANDREA, SCHUBERT FÉLIX, M. TÓTH TIVADAR

Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2-6.
meszaros.elod@gmail.com

Összefoglaló

A Mecsek ÉNy-i előterében elhelyezkedő, takaróroncsként számontartott Horváthertelendi-egység kőzetanyagán ezidáig csupán kevés vizsgálatot végeztek, így a rendelkezésre álló ismeretanyag szegényes. A Horváthertelend–1 fúrás által 720 m és 790 m között feltárt — feltételezhetően a szilur Szalatnaki Agyagpala Formációval párhuzamosítható — képződmény metahomokkő, metaaleurolit és agyagpala szintekből épül fel. Mindhárom kőzettípust kőzetalkotó mennyiségben kvarc, plagioklász, intermedier vulkáni kőzettörmelék-szemcsék, valamint jelentős mennyiségű illit és klorit alkotja. A metahomokkő a mátrix nagy aránya (~30–40%) alapján metagrauwacke jellegű. A kőzetanyagban nagy mennyiségben jelennek meg 40–70 µm nagyságú, orientálatlan, sajátalakú, színtelen–kékeszöld pleokroizmusú epigén turmalin tűk, melyek egy magmás intrúzió kontakt hatását feltételezik. A vékonycsiszolatokon végzett mikroszkópos vizsgálatok során kimutatott szöveti tulajdonságok — a filloszilikátok kezdetleges orientációja, valamint a nyomásoldódási palásság — alapján intenzív deformáció és nagyon kisfokú metamorf hatás feltételezhető. A metamorfózis fokának, a deformáció mechanizmusának és a turmalinszemcsék genetikájának meghatározása további vizsgálatokat igényel.

Ez a munka a PD 83511 számú OTKA téma és az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/27/11) támogatásával, valamint a Mecsekérc Zrt. engedélyével készült.

Kulcsszavak

Horváthertelend, agyagpala, nyomásoldódási palásság, epigén turmalin

Abstract

The Horváthertelend unit known as a klippe is situated in the NW foreland of the Mecsek Mts. Our knowledges are very scarce about it because, up to now, only few analyses have been performed on core samples derived from the area. Depth interval of 720–790 m of the Horváthertelend–1 drill core penetrated very low-to-low grade metasedimentary rocks (metasandstone, metasiltstone and slate) were correlated with the Silurian Szalatnak Slate Formation. The most abundant framework grains of the samples studied are quartz, plagioclase, intermediate volcanic rock-fragments and, additionally, illite and chlorite occur as main matrix-forming phases. Due to the high amount of matrix (up to 30–40%) the metasandstone can be classified as metagreywacke. Interestingly, epigenetic, randomly oriented, idiomorphic tourmaline needles (measuring 40–70 µm in length) with colourless to blue-green pleochroism were observed in the samples suggesting contact effect of an igneous intrusion. Based on textural features observed in thin sections (e.g. incipient preferred orientation of phyllosilicates, disjunctive cleavage) intense deformation and very-low-grade metamorphic overprint could be assumed. For detailed characterizations, however, more investigations are needed.

This research has been supported by the OTKA PD 83511 project, and it was additionally supported by the János Bolyai Research Scholarship of the HAS as well as the MecsekOre Ltd.

Keywords

Horváthertelend, slate, disjunctive cleavage, epigenetic tourmaline

Geotechnikai szelvények a Mórágyi Gránit Formációról az NRHT I. kamramező környezetében

Map and cross-sections for describing geotechnical condition of the Mórágy Granite Formation around the 1st Chamberfield of the Hungarian National Radioactive Waste Repository.

SOMODI GÁBOR[1], JAKAB ANDREA[1], KOVÁCS LÁSZLÓ[1]

[1]*Kőmérő Kft.*
somodigabor@komero.hu, jakab.panni@gmail.com, kovacslaszlo@komero.hu

Összefoglaló

Az I. kamramező I-K3 és I-K4 tárolókamráinak statikai tervezés numerikus modellezéseihez a Q adatrendszer felhasználásával horizontális és vertikális irányú geotechnikai szelvényeire volt szüksége a tervezőnek. A szelvények elkészítésekor számos korábbi eredményt vettünk figyelembe, amelyek jelentősen befolyásolták a szelvények elkészítésének módját és a kialakult végleges állapotokat.

A mélyfúrások geotechnikai adatai alapján elkészült korrelációs és autokorrelációs elemzések eredménye azt mutatta, hogy a geotechnikai kőzettestminősítő adatok statisztikai értelemben megalapozottan csak néhány méterre terjeszthetők ki. A geotechnikai állapotok előrejelzésének egyik legnagyobb bizonytalanságát az hordozza, hogy eddig nem sikerült meghatározni olyan egyértelmű irányt, ami mentén a fúrások tengelyirányához viszonyítva jelentősebb távolságra kiterjeszthetők lennének a geotechnikai viszonyok. Emellett a fúrásban és a vágatban dokumentált geotechnikai állapotok közötti kapcsolat tisztázását a léptékek közötti különbségek nehezítik. Mindezek azt is jelentik, hogy a jelenlegi feltártsági viszonyok mellett részletes, kőzetosztály-eloszlás izovonalas térkép és szelvény csak igen nagy hibával készíthető el. Ezért a cél egy olyan model elkészítése volt, ahol olyan területeket határolunk le, amelyeken belül kvázi-homogénnek feltételezzük a kőzettest állapotát.

A munka eredményeként elkészült generalizált kőzetkategória szelvényeket a kamramező keleti részét ismertették, amelyek a terület geotechnikai viszonyait csak tendenciái alapján ábrázolták. A horizontális szelvény képezte a vertikális irányú szelvények alapját. Ezt nagy mértékben meghatározta az a körülmény, hogy a felszín alatti kutatófúrások többsége horizontális irányú és csak ritkán lép ki a tárolókamrák szintjéből. A vertikális szelvények információtartalmát ezért döntően szakmai megfontolások határozták meg.

Kulcsszavak

Geotechnikai minősítés, kőzetkategória szelvény, statikai tervezés, radioaktív hulladéktároló, Mórágyi Gránit Formáció.

Abstract

Static design of I-K3 and I-K4 chambers of Ist Chamberfield of the Hungarian National Radioactive Waste Repository needed geotechnical spatial descriptions in horizontal and vertical directions. These map and sections were used in the numerical modelling of design phase. During this evaluation the authors took into consideration the results of previous investigations that determined the way of prepare and finalisation.

Based on geotechnical description of boreholes autocorrelation and correlation analyses have shown limited spatial relation only a few meters beetween rock mass classification data. Beside these result previous research did not lead to define main direction of the continuity of geotechnical properties. There are further uncertainties in the correspondance of borehole data and tunnel mapping data in consequence of scale problems. These results causes the lack of the possibility of making out detailed, reliable contour map and vertical section of rock mass class distribution. Our main aim was to compile a geotechnical model consist of area in which homogenous geotechnical properties were assumed.

Rock mass classification map and section finally showed and reviewed the area in trends. Higher uncertainty belongs to vertical sections because underground exploration boreholes were drilled in horizontal direction or with low-angle dips. It is important to remark that sections were plotted mainly on the basis of site investigation observations and skills instead of factual information.

Keywords

Geotechnical characterization, rock mass classification, static design, radioactive waste repository, Mórágy Granite Formation.