A Szénégető-tető vulkánjának geológiai értékei (Tokaji-hegység)

Faragó Enikő – Radnai Gábor – Papp István – Kozák Miklós
lisanie@freemail.hu; radnaig@gmail.com; papp.istvan@science.unideb.hu;
kozak.miklos@science.unideb.hu

Abstract

The Szénégető-tető and Fekete Hill, peaks in the NE part of the Tokaj Mts. can be accessed via a service road SW of Mikóháza. Both peaks are composed of Badenian volcanics. The pyroxene-amphibole dacite of the Fekete Hill is the oldest formation of the immediate surroundings. The originally andesitic magma became more acid by contamination effects to show dacititic character and its alkali content was enriched by potassium metasomatism at places. This extended body is surrounded by the Sátorlajaújhely Rhyolite Tuff Formation the burnt, argillaceous material of which with high water content was penetrated by the material of the extrusive volcanic dome of the Szénégető-tető the outcrop of which along the dust road is studied in this paper applying petrographic-geochemical-volcanological analyses. Our detailed investigation revealed that the formation that was regarded to be a tuff before is composed of rhyolitic lava rocks stuck in shallow subvolcanic depth in parts. Its origin is confirmed by its columnar jointing, textural characteristics and the strongly siliceous contact zone of its rim. The outcrop has a special geological value as the strongly burnt tuff and the lava rock can be identified here despite their striking similarities.

Bevezetés

A nemzetközi természet- és környezetvédelmi szakirodalom a védendő értékek körét három fő kategóriába sorolja. A Föld, mint dinamikusan fejlődő geológiai-biológiai anyagevolúciós rendszer, elsődlegesen természeti értékekkel rendelkezik, amelyeket nyilvánvalóan a tudatos emberi vizsgálat és értékelő minősítés fogalmazott meg antropomorf módon. Ennek keretében három fő csoportot különítenek el, a biológiai, geológiai és víztani értékeket.

Ha fenti értékcsoportokat időrendileg és kiterjedését tekintve rendezzük rendszerbe, akkor elsődleges a geológia, mivel ez foglalja magába a többi értékfajtát és fejlődése 4,6 milliárd éve tart. Ha viszont az anyagszerveződés minőségi szintjeit vesszük alapul, akkor nyilvánvaló, hogy az értékvédelem elsődlegesen és mindenekfölött életvédelmi célú, tehát a hierarchia piramis csúcsán a biológiai értékek helyezkednek el akkor is, ha tömegük csupán ezred százaléka a befoglaló geológiai környezetnek. A víztani értékek köre egy sajátos, körforgásszerű folyamat légköri, felszíni és felszín alatti vízformáinak rendszerét jelenti, kitüntetett módon hangsúlyozva bennük azokat az elemeket, amelyek a földi élet fejlődését és fennmaradását szolgálják.

A fenti három értékfajta, mint természeti egység, önmagában is nagyon összetett, bonyolult, sokkomponensű rendszert takar. Ezért fordulhat elő, hogy egyesek kiemelnek belőle nekik tetsző részegységeket (pl.: morfológia, talaj) és ezeket, mint önálló kategóriákat tüntetik fel. Ilyen alapon végtelen sok értékfajtát különböztethetnénk meg és eltűnnének benne az alá-, fölé-, mellérendelődés hierarchia szintjei. A földtani képződmények formáit aligha lehet elszakítani a benne megtestesülő anyagtól, és az őt létrehozó tér-, idő-, fácies körülmények folyamataitól. Hasonlóképpen a talaj sem önálló egység, hiszen a földkéreg belső öveinek legfelső vékony laza szintje, egyfajta határfelülete, amelyre hatnak a hosszútávú endogén és exogén geológiai folyamatok, hat a vízkörforgás, víz-kőzet geokémiai kölcsönhatás, sőt a minőségileg magasabb szintet jelentő élőlények hatásai.

Jelen tanulmányunkban a Kárpát-medence egyik leglátványosabb miocén vulkanológiai környezetének egy érdekes elemét emeljük ki és tesszük vizsgálat tárgyává, ahol munkánk során sikerült pontosítani a környék egyik legproblémásabb vulkanológiai képződményének származását, kiterjedését és értékeit.

A vizsgálatunk tárgyát képező hegycsoport centruma Sátoraljaújhelytől ÉNy-ra, 8,7 km-re és Mikóházától DNy-ra 3,4 km re található. Az É-D csapású, heterogén felépítésű, eróziósan kipreparált gerinc meredeken emelkedik a riolittufa környezet fölé. Legdélebbi csúcsszerű magaslata a Nagy-Hallgató, középső és legmagasabb része a Fekete-hegy (577 m), északi tagja pedig a Szénégető-tető **(1. ábra)**, melynek a korábban riolit igniszpumitként leírt anyagát a Mikóházáról induló erdészeti út nagyszerűen feltárja. Cikkünkben ennek a vitatott kőzetváltozatnak az eredetét, jellemzőit és értékeit szeretnénk bemutatni.

Alkalmazott vizsgálati módszerek

A szakirodalmi forrásmunkák feldolgozását követően helyszíni bejáráson vizsgáltuk meg a Szénégető-tető feltárásait és földtani környezetét. A legszebb és a riolittestbe legmélyebben behatoló feltárás a tető DNy-i oldalán futó erdészeti földút (***1-2. fotó***) mentén található. Ezek a nem régóta létező feltárások alkalmasak voltak arra, hogy a korábbi lehetőségekhez képest alaposabb helyszíni vulkanológiai és kőzetszövettani megfigyeléseket végezzünk. A rakodóval kiszélesített útbevágás feltárta a korábban összesült riolittufának vélt kőzet belsejének oszlopos elválását és mintázhatóvá tette az átgőzölt és kovásodott peremi kontaktzóna anyagát is. A mintavételi pontokat az ***1-2. ábra*** szemlélteti.

A bejárás során vizsgáltuk a test homogenitását, kiterjedését és a szomszédos képződményekkel érintkező szegélyzónáit, de ez utóbbiakat a fedettség csak igen kevés helyen tette lehetővé.

A begyűjtött mintapéldányokon friss törési felületeket és vágott, csiszolt felszíneket alakítottunk ki a makroszkópos szöveti elemzéshez. Ezt mikroszkópi vékonycsiszolatok elemzésével egészítettük ki, melyeket Nikon Microphot-SA típusú polarizációs mikroszkóppal végeztünk és a képeket Nikon FX 35DX típusú kamerával rögzítettük.

A minták főelem-összetételének meghatározását a Debreceni Egyetem Ásvány– és Földtani Tanszék műszeres laboratóriumában végeztük. Forrásmunkákban szereplő elemzési adatokat is átvettünk, melyek a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI, ma Magyar Földtani és Geofizikai Intézet – MFGI) geokémiai laboratóriumában készültek. A tanszéki munka során az Al, Si, Ti, K, Ca, Fe meghatározása röntgenfluoreszcens spektrometriás (XRF) módszerrel történt Rigaku 3063P típusú spektrométerrel. A mérésekhez 63 μm alatti szemcseméretre őrölt mintából, 20% Hoeschvax kötőanyag hozzáadásával, nagy nyomás alatt, alumínium tartóba pasztillákat préseltünk.

A Na és Mg meghatározáshoz a mintákat sósav-hidrogénfluorid keverékkel roncsoltuk, majd a HF feleslegét bórsavval kötöttük meg. 50 mg kőzetminta roncsolása után 100 ml térfogatú törzsoldatokat készítettünk. A Mg-ot atomabszorpciós spektrometriával (AAS), a Na-ot lángfotometriás (FES) módszerrel határoztuk meg a törzsoldatokból Zeiss-Jena AAS-1 típus műszeren, acetilén-levegő lángban.





1-2. fotó: Riolit feltárás a Szénégető-tető Ny-i oldalában az erdészeti út és rakodó mentén. A jobb oldali képen látható a kőzet oszlopos elválása. A kovás kontaktszegély az út bal szélén található.

Photo 1 and 2. Rhyolite outcrop on the western side of the Szénégető-tető along the service road. On the image on the right the columnar jointing of the rock is presented. The siliceous contact margin can be detected on the left of the road.

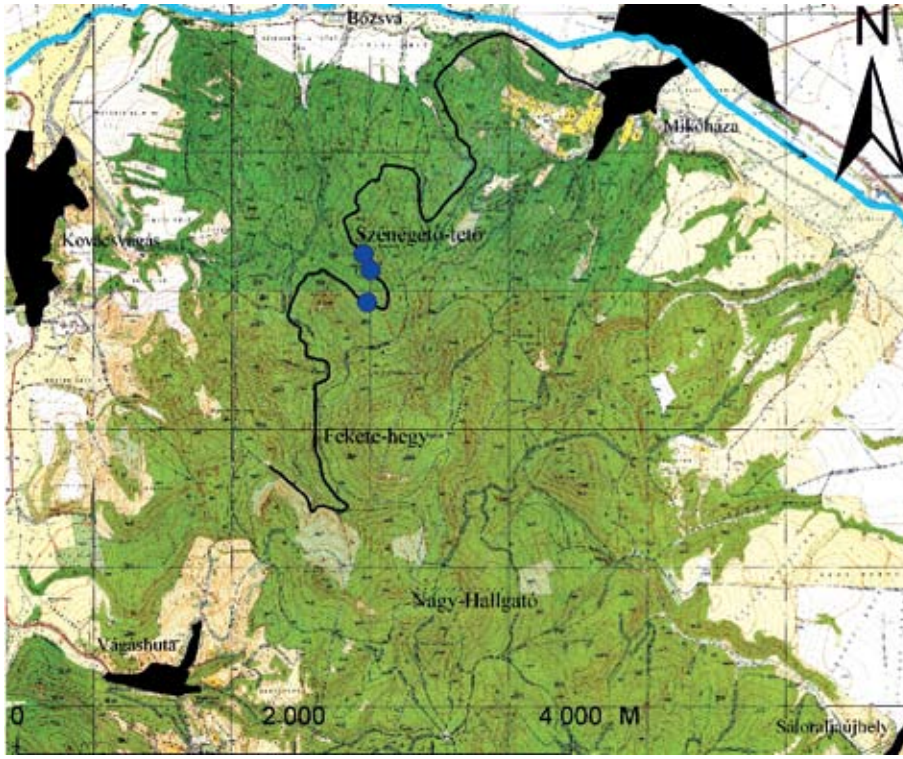
Az eredményként kapott elemösszetétel értékeit szárazanyagra számolva összalkáli–kovasav (total alkali – silica; TAS) diagramban ábrázoltuk (LE MAITRE et al. 1989, ROLLINSON 1998).

A vizsgált terület kutatástörténeti vázlata

A régió savanyú vulkanitjainak első összefoglaló petrográfiai és geokémiai vizsgálata Szádeczky Gyula nevéhez fűződik (SZÁDECZKY 1890, 1897). A 20. század első felében szórványos építőipari és nehézipari nyersanyagkutatási vizsgálatok történtek a hegység területén, de körzetünk nem került az érdeklődés középpontjába.

A vizsgált terület rendszeres térképezésére és korszerű anyagvizsgálatára az 1950-es, 1960-as évek regionális 1:20000, majd 1:250000 térképező munkálatai során került sor (BOCZÁN et al. 1966, PENTELÉNYI 1972). AZ új rétegtani besorolás figyelembe vételével az ezredfordulót követő években készült el az ország, benne a Tokaji-hegység 1:100000-es léptékű digitális térképe (GYALOG 2005).

A telkibányai és mátrai kálimetaszomatózis vizsgálatai már utaltak arra, hogy a légi geofizikai felvételekkel is kimutatható káliumdúsulás környezetében általában hidrotermás elváltozások és ércesedések jelenhetnek meg. Egy ilyen jelenséget ismertek fel Sátoraljaújhely Ny-ÉNy-i előterében, melynek bemutatását és értelmezését igen nagy érdeklődés kísérte (VARGÁNÉ MÁTHÉ 1961).



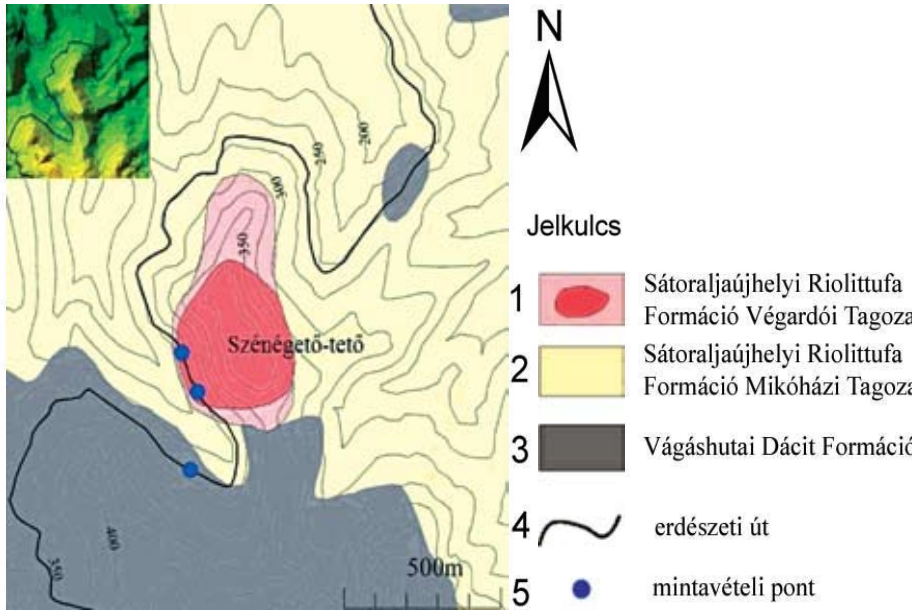
1. ábra: A Szénégető-tető helyzete a Tokaji-hg. ÉK-i részén

Figure 1. Location of the Szénégető-tető in the NE part of the Tokaj Mts.

A savanyú vulkáni termékek képződésének, azonosításának és nevezéktanának kérdéseivel a térképező munkák során főként Pantó Gábor, a tokaji-hegységi térképező csoport első csoportvezetője, valamint Ilkeyné Perlaki Elvira foglalkozott behatóbban (BOCZÁN et al. 1966, ILKEYNÉ PERLAKI et BARABÁSNÉ SERÉNYI 1964, ILKEYNÉ PERLAKI 1966). A telkibányai mintaterületen a savanyú vulkáni kőzetegyüttesek korszerű fáciestani értelmezését a hegység területén csak jóval a térképező munkák után sikerült megoldani, megvalósításához egy költséges észak-amerikai riolit-perlit fácieskutatási program sikeres megvalósításának analógiái nyújtottak segítséget (SZEPESI et KOZÁK 2008). Eredményei a Szénégető-tető környéki előfordulásokra is kiterjeszthetők.

A vulkáni területeink új felfogású litosztratigráfiai beosztását az ezredforduló táján állították össze (GYALOG 2002), s ebbe nyertek besorolást a Tokaji-hegységi képződmények, köztük vizsgálati területünk kőzetei is. Az új 1:100000-es léptékű digitális térképváltozat már ennek alapján készült el (GYALOG 2005), jelen tanulmányunkban ennek leírásaira támaszkodtunk.

A Szénégető-tető körzetében végzett legfrissebb kutatásokra egy forráskataszterezés kapcsán került sor (BUDAY et OSVÁTH 2004, OSVÁTH et BUDAY 2004, BUDAY et OSVÁTH 2006). Ekkor viszonylag szoros korrelációt sikerült kimutatni a kőzetek típusa, porozitása és kémiai adottságai, valamint a környezetükben felszínre bukkanó forrásvizek geokémiája között. Az elemzések lehetővé tették, hogy e források környezetében előforduló természeti értékeket a terület kutatói vizsgálat tárgyává tegyék és bemutassák (OSVÁTH et BUDAY 2006).



2. ábra: A Szénégető-tető és környéke bádeni képződményeinek földtani térképe (GYALOG 2005 felhasználásával)
Figure 2. Geological map of the Badenian formations of the Szénégető-tető and its surroundings (based on the map of GYALOG 2005)

A Szénégető-tető környezetének földtani felépítése

A vizsgálati területünket bemutató egyszerűsített földtani térképen (***2. ábra***) két miocén formáció fordul elő, mindkettő a bádeni emelet képviseletében. Az idősebb képződmény a területünk Ny-i szegélyén felszínre bukkanó Vágáshutai Dácit Formáció ($^{vb}Mb_2$), amelynek típusfeltárása a DNy-i lapszél közelében található Fekete-hegy (1.ábra). E kőzetcsoport a hegység területén néhol 200 m-re is kivastagszik és a feküjében húzódó képződmények kölcsönhatásai miatt helyenként kálimetaszomatikus elváltozások érték. E kőzetcsoport képviseletében andezit küllemű középszürke színű piroxén-amfiboldácitok jelennek meg vulkáni és szubvulkáni kifejlődésben, helyenként kevés piroklasztikummal kísérve. Bizonyos, hogy a kőzetet ért SIAL-kontamináció okozhatta az egykori magma felsavanyodását, amelynek kovasavtartalma így már az andezit-dácit határ fölé került és rendszerint eléri a 63-64 %-ot.

Az ***1. táblázat***ban közöljük a Szénégető-tetőhöz közel eső piroxén-amfiboldácit felszínről (Fh1) begyűjtött minta (***1-2. ábra)*** elemzési adatait.

Az eredményekből látható, hogy a szárazanyagra számolt összetétel alapján az andezitnek látszó piroxén-amfiboldácit mintánk a TAS-diagramon valóban a dácit mezőbe kerül (***3. ábra***). Az elemzési adatokból az is kitűnik, hogy relatíve nagy a kőzet alkália-tartalma, de közel sem annyi, mint az ugyanebben az összletben található kálimetaszomatitoké. A kőzet a LE MAITRE et al. (1989) féle SiO_2-K_2O diagramban a nagy káliumtartalmú mészalkáli szériába, az IRVINE et BARAGAR (1971) -féle AMF diagram-ban pedig a mészalkáli mezőbe kerül.

minta	SiO_2 %	TiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 (Fe_{tot}) %	MnO %	MgO %	CaO %	Na_2O %	K_2O %	$+H_2O$ $+CO_2$ %	$-H_2O$ %	? %
Fh 3/2	71,50	0,12	15,54	1,49		1,49	0,79	3,14	4,96	0,59	0,00	*99,62*
Fh 3/1b	72,80	0,25	16,80	0,34		0,34	0,83	3,30	4,14	0,86	0,00	*99,66*
Fh 3/1a	73,14	0,22	17,20	0,00		0,00	0,82	3,66	4,21	0,64	0,03	*99,90*
Fh 2/2	73,25	0,24	15,15	0,75		0,75	0,76	2,82	4,33	1,94	0,00	*99,99*
Fh 2/1	73,83	0,21	15,99	0,26		0,26	0,46	3,63	4,81	0,49	0,50	*99,93*
14	75,76	ny	13,27	1,29	0,09	0,04	0,85	3,04	3,97	1,13	0,36	*99,82*
10	67,56	0	13,58	1,52	0,11	0,82	2,31	1,35	3,34	6,84	2,76	*100,2*
9	66,92	0,17	13,61	1,41	0,04	0,7	2,99	1,02	3,8	5,8	3,26	*99,72*
Fh1	62,63	0,85	16,10	3,57		3,57	5,02	3,71	2,44	1,84	0,00	*99,74*

1. táblázat: A Szénégető-tető és környezetének földtani képződményeiből készült főelem elemzések. Elemzők: (9) Emszt M. MÁFI, (10) Soha I.né MÁFI, (14) Barabás L.né MÁFI, (többi minta) Papp I. DE Ásvány- és Földtani Tanszék

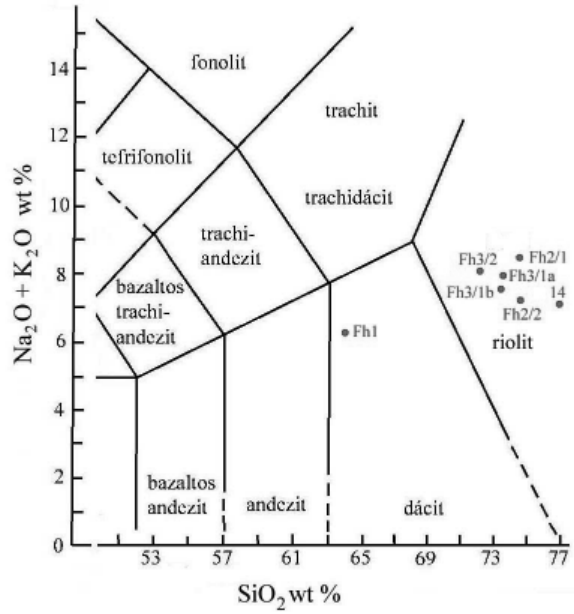
Table 1. Main element analysis results obtained from the formations of the Szénégető-tető and its surroundings. Analysed by: (9) Emszt M. Geological and Geophysical Institute of Hungary, (10) Mrs. Soha I. Geological and Geophysical Institute of Hungary, (14) Mrs. Barabás L. Geological and Geophysical Institute of Hungary, (remaining samples) Papp I. UD Department of Mineralogy and Geology

Piroxén-amfiboldácit (Vágáshutai Dácit Formáció $^{vb}Mb_2$)

A piroxén-amfiboldácitból készült preparátumaink és vékonycsiszolataink alapján összeállított makro- és mikroszkópi petrográfiai jellemzést az alábbiakban mutatjuk be. A kőzet, terepi megjelenése szerint úgynevezett fenoandezit, azaz szabad szemmel jellegzetes andezit külleme van. Szövete makroszkóposan porfíros, színe sötét középszürke, helyenként kissé vörhenyes. Jellemző fenokristályai piroxének és plagioklászok. Ezek maximális mérete elérheti az 5 mm-t, de többségük 1-2 mm körüli. A plagioklászok táblás megjelenésűek, a piroxének oszlopos-léces kifejlődésűek, idiomorfok. A kőzetben szórványosan megfigyelhetők 1-3, max. 5-20 mm-es zárványok. Ezek színe világossárga vagy krémszínű, anyaguk agyagosodott tufa vagy tufit. Környezetükben gyakoriak az apró, 1-3, max. 5 mm-es szabálytalan hólyagüregek, ami arra utal, hogy a zárványok a közvetlen környezetből (aljzatból) származnak és nagy lehetett az illótartalmuk, amelyek a csökkent nyomású felszínközeli térben felhabzottak, de nem keveredtek el. Emiatt a szabálytalan, tagolt felszínű hólyagüregekben részleges kitöltésként agyagosodó tufa, tufit maradványok, esetleg oxihidratációs, patinaszerű bekérgeződések, vagy a gőzfázisból kicsapódó hidrotermás ásványlepedékek találhatók. Kis mennyiségben néhány mm-es, orientált alkatú, mélyaljzatból származó parametamorfit is megfigyelhető.

Mikroszkóposan a kőzetnek mintegy 20-30 %-nyi mikrolitos alapanyaga van, igen csekély (<1-2 %) kőzetüveggel. Ennek megfelelően a szövet gyakorlatilag mikroholokristályos-porfíros, de a csekély kristálycsíra- és üvegtartalom miatt – amely a minta szegélyi helyzetéből adódik – a kis mérettartományban a szövet szemeloszlási görbéje közelít a pilotaxitoshoz. A nagyobb fenokristályok a lávamozgás miatt alakilag sérülhettek a szemcseütközések során. Ennek alapján a legvalószínűbb kristályosodási környezete sekély szubvulkáni lehet, bár hasonló szövet előfordulhat egy vulkáni kőzet kivastagodó részének mélyebb helyzetű, lassabban hűlő részén is.

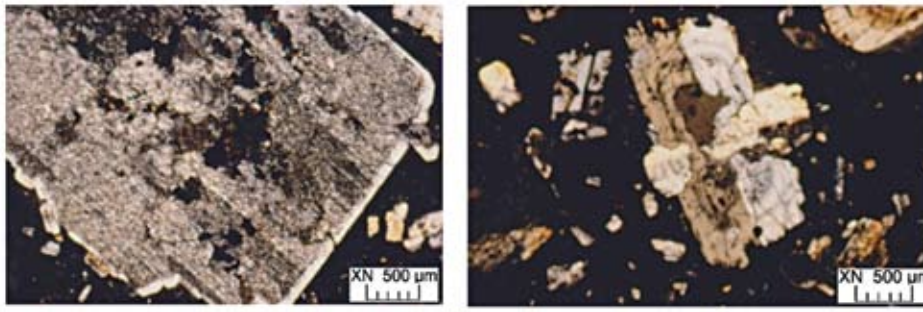
A mikroszkópban vizsgálható összetételben az uralkodó komponens a plagioklász, amely négy generációban jelenik meg. Korai kiválású tagjai többnyire ikerlemezesek, de a késői stádiumban történő továbbnövekedései rendszerint zónásak. A 3. kristályosodási fázisban kezdődő rezorbeálódás főleg az első két generáció kristályainak belsejében indult meg. A külső zónák anyaga, és a szegélyen megjelenő vékony továbbnövekedési burok rendszerint üde.



3. ábra: A Szénégető-tető riolitjának és az Osztra-hegy piroxén-amfiboldácitjának helyzete a TAS diagramban

Figure 3. Plot of the rhyolite of the Szénégető-tető and the pyrxene-amphibole dacite of the Osztra Hill in the TAS diagram

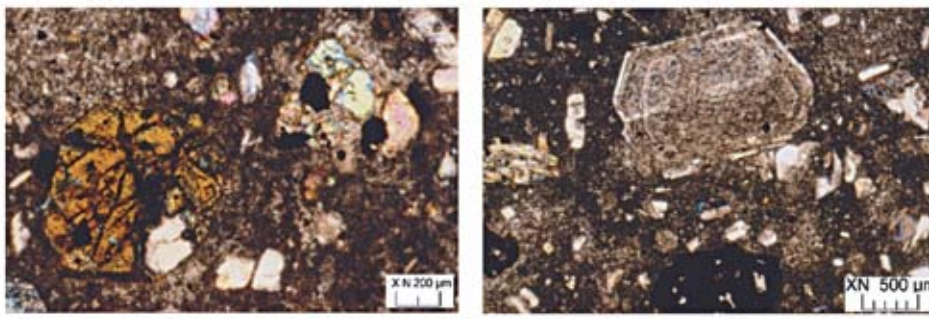
A kőzet színes alkotói elsősorban a 3-4. generációban megjelenő piroxének, amelyek esetenként részben amfibolosodtak, s jellemző az amfibol önálló megjelenése is. A köztük való eligazodást nehezíti a színes komponensek gyakori bontottsága. Mind az amfiból megjelenése, mind az elbontódások egy jelentős mértékű illó hozzákeveredésre, azaz kívülről behatoló transzvaporizációs hatásra utal, jelezve az egykori befogadó környezet erőteljes kölcsönhatását, amely a dácittestnek főként a szegélyeit és a lávaárak talprészét érintette.



3-4. fotó: A jobb oldali képen a piroxén-amfiboldácit négy földpátgenerációja együtt jelenik meg. A kép közepén látható, hogy az első generációs plagioklász a bomlásnak indult magrész körül zónás felépítésű. A bal oldali képen megfigyelhető, hogy az elbontódás a földpát centrumában indul meg, miközben a külső továbbnövekedési szegély ép és üde.

Photos 3-4. Four feldspar generation of the pyroxene-amphibole dacite can be seen on the right image. In the middle of the image the zonal character of the first generation plagioclase around the weathering core is obvious. On the left image disintegration starts in the centre of the feldspar while the outer growth margin is intact and fresh.

Az elsődleges opak szemcsék részaránya 2-4 %, eloszlásuk egyenetlen. Gyakran piroxének zárványaként jelennek meg és kisméretűek (Ø<50 µm). A másodlagos opak ásványok mennyisége helyenként a 20 %-ot is elérheti a teljes szövet felületi arányában. Összetételük vegyes, feltehetőleg magnetit, hematit, limonit, röhnit. Foltjaik mérete 10 µm-től 100 µm-ig terjedhet, és gyakran kitölti a színes alkotók teljes tömegét.



5-6. fotó: Balra egy rombos piroxén bázismetszete, benne opak zárványokkal. A jobb oldali képen alul egy teljesen elbontott amfiból bázismetszete, ugyanitt felül a külső szegélyén zónásan tovább fejlődött plagioklász

Photos 5-6. Base image of a rhombic pyroxene with opaque inclusions is depicted on the left. On the bottom of right image the base image of a completely weathered amphibole is shown, while the top of the image depicts a plagioclase grown on the outer edge

E változatos kifejlődésű riolittufa formációba tartozik többek között az a nagyon eltérő mértékben összesült, hullott riolittufa sorozat, amelynek típusfeltárásai Mikóházától DNy-ra, vizsgálati körzetünkben találhatók (pl. Kecskés-oldal, Lóhalál-árok). E tufák összesülési foka a centrumoktól való távolodás függvényében exponenciálisan csökken, így helyenként már porózus, laza szerkezetű, s mint ilyen, képes a talaj- és vadózus vizek befogadására. A pórusvizek sajátossága, hogy az instabil kőzetüveg-törmelékből jelentős mennyiségben képes metakovasavat kioldani, miközben beindítja az amorf fázis agyagásványosodással járó krisztallizációját. Az ilyen agyagos nedves tufák – mint a rajtuk áttörő vulkanitok átvezető és befogadó környezetei – erőteljes hűtő- és traszvaporizációs hatást fejthetnek ki a velük érintkező fiatalabb neutrális és savanyú magmákra. Esetünkben ez a szerep az, ami leginkább fontossá válik a Szénégető-tető szegélyzónájában.

A mikóházi Kecskés-oldal (locus tipicus) területének mintáiból a Földtani Intézetben két kőzetgeokémiai elemzés készült, amelyet az első táblázatban 9. és 10. mintaszám alatt mutatunk be. A közölt adatokból látható, hogy a kőzet nagy víz- és káliumtartalmú, változóan agyagosodott riolittufa. Mivel itt egy kitöréssorozat termékeinek nagy vastagságú összletével állunk szemben, ezek között előfordulhatnak vitroklasztos és krisztalloklasztos tufák is. Ha a képződéskori összetétel közelítése céljából elvégezzük a szárazanyagra számítást, a vizsgált minták nagy kovasavtartalma arra utal, hogy jelentős mennyiségben tartalmazhatnak kvarcot és erősen instabil savanyú üveget, vagyis pórusvizeiben fokozott mértékben lehetett jelen mindenkor a metakovasav.

Ez a képződmény a Szénégető-tetői riolitunk (Sátoraljaújhelyi Riolittufa formáció Végardói Riolit tagozata $^{s}_{v}Mb_{2}$) közvetlen befogadó környezete, így valószínű, hogy az intrúziós-extrúziós folyamat során ezzel került traszvaporatív kölcsönhatásba, ami értelmezhetővé teszi a riolittest szegélyének erőteljes kovásodását, hólyagüregesedését és egyéb kontaktjelenségeket.

Újabb vulkanológiai és kőzettani megfigyelések a Szénégető-tető feltárásaiban

Mint a bevezetőben utaltunk rá, a Mikóháza-Kovácsvágás közötti erdészeti földút javítása és szélesítése során egy erdészeti rakodótér kiképzésekor néhány méternyivel beljebb hatoltak a Szénégető tető kőzetanyagába. E feltárást a terület egykori térképezői még nem ismerhették. E helyütt egy oszlopos elválású riolit bukkant elő (***1-2. fotó***), melynek az eredeti földút csak a legkülső kontakt szegélyzónáját érintette. Az itt gyűjtött kőzetmintáink mintavételi helyeit az ***1-2. ábra*** tünteti fel. E minták úgy lettek kihasítva az *in situ* kőzettestből, hogy annak makroszkóposan látható szín- és szöveti változatait reprezentálják.

Megfigyeléseink szerint a riolittest belseje oszlopos elválású, s az oszlopok görbületei a test eredeti felszínének irányába mutatnak, törekednek arra merőlegesen kialakulni a hűtő hatás miatt, tehát követik a hőmérsékleti gradiens maximumát jelentő irányokat. Az oszlopok vastagsága változó, 20-50 cm-es átmérőket figyelhettünk meg, a peremek felé csökkenő méretben. A poligonális elválás többnyire ötszög és hatszög keresztmetszetű oszlopokat jelent. Ezeket egy néhány méter szélességű tömbös, blokkos elválású öv burkolja, amelynek szélein a traszvaporizációs interaktivitás következtében 0,5-3 m szélességű, gyakran zöldes árnyalatú, kovás erekkel átszőtt kontaktszegély jelenhet meg. Utóbbiak a földút anyagában és külső, lejtő felőli szegélyén bukkannak elő. E szegélyen gyakoriak a halványkék, szürkéskék kalcedon erek, ritkábban opál, illetve zöldes-kékes kalcedon- jáspilit átmenetek és

kombinációk, amelyek kisebb csomókban, vagy pórusbevonatként is előfordulhatnak. Ahol a mellékkőzetből származó metakovasav-tartalmú fluidum nagyobb foltokban itatta át a riolittest szegélyét, ott egy különösen kemény, rideg anyagú, a kioldódó reduktív vas miatt jellegzetesen zöldes színű, kovásodott riolitváltozat jött létre, amelynek kristályossági foka nem különbözik lényegesen a dóm fő tömegét alkotó riolitétól.

Az oszlopos és blokkos kőzet porfíros szövetű, viszonylag nagy szilárdságú. Színe részben világos rózsaszín, vagy halvány vörhenyes szürke, illetve fehéres krémszínű (**7-9 fotók**). Általában a testek, oszlopok belseje jobbára halvány rózsaszín, míg az illókkal érintkező szegélyek fakók, sárgásak, krémszínűek, vagy teljesen fehérek. A hegy gerincén előforduló nagyméretű blokkok és oszlopdarabok színe gyakran fehér. A magmás test meredek lejtői, az igen vékony, eróziónak erősen kitett, kőzettörmelékben gazdag talajtakaró is jelzi, hogy egy homogén, szilárd konzisztenciájú sajátos geometriájú, nem teljesen szabályos felületű, dómszerű testről van szó, amely már megjelenésében is sokkal inkább emlékeztet egy elliptikus alkatú extruzív riolit dómra, mint egy összesült, lepelszerű, hullott tufatakaróra, ahogy leírták.



7-9. fotók: A Szénégető-tető erdészeti útja mentén feltáruló riolitváltozatok makroszkópos megjelenése

Photos 7-9. Macroscopic appearance of the rhyolite types exposed along the service road around the Szénégető-tető

E korábban összesült tufának tartott kőzettestből, a térképező munkák idején (PENTELÉNYI 1972), a Földtani Intézetben egyetlen kőzetgeokémiai elemzés készült (lásd ***1. táblázat*** 14 jelű minta). Az Fh jelzésű saját gyűjtésű mintáinkat a DE Ásvány- és Földtani Tanszékének műszeres laboratóriumában elemeztük. A kapott értékek jó egyezést mutatnak a MÁFI-ban készült elemzéssel és egymással is, ami azt jelzi, hogy a kisebb szín- és szövetbeli eltérések a vegyi összetételben nem jelentenek lényeges különbözőséget.

Mintáinkra nagy kovasav- és alkáliatartalom jellemző, különösen a kálium mutat kiugró értékeket, bár ennek mértéke nem éri el a környékbeli kálimetaszomatitok ennél is nagyobb alkáliatartalmát. Az alkáliák összege és annak összetevői a mintáink esetében igen csekély szórást mutatnak. A kis Ca-tartalom is jelzi, hogy a földpátok között a szanidin túlsúlyban van a savanyú plagioklásszal szemben. A csekély vastartalom általában jellemző a kőzetre. A legnagyobb értéket 1,49 %-ot a rózsaszín kőzetváltozatban ért el.A fehér színű riolitban, az Fe_{tot} 0,00-0,75 % között változik, az FeO csupán nyolcada-tizede az Fe_2O_3-nak, tehát elenyésző mennyiségben van jelen. A minták között viszonylag több jelenik meg a test szegélye mentén, mint a test belseje felé haladva, s ugyanitt az átlagosnál nagyobb az FeO aránya, valamint az összalkália és a K-tartalom is, ami szintén a környezeti kölcsönhatásokra utal.

A kőzet megfelelő értékeit a LE MAITRE et al. (1989) féle SiO_2 –K_2O diagramban ábrázolva nagyrészt a shoshonitos szériába, kisrészt a nagy K-tartalmú mészalkáli szériába tartozik, viszont az IRVINE et BARAGAR (1971) –féle AMF diagramban a mészalkáli mezőben, az A(lk) csúcs közelében helyezkednek el. A Szénégető-tető riolitjainak TAS diagramban való helyzetét a ***3. ábra*** mutatja be. Látható, hogy az értékeknek csekély a szórása.

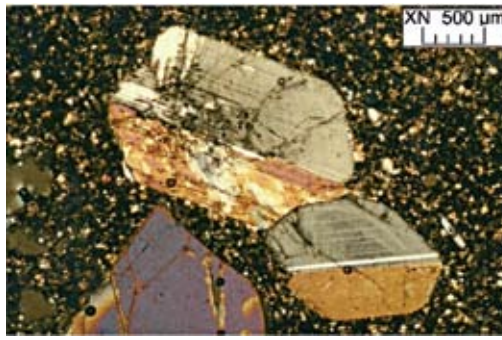
A mikroszkópi vizsgálataink során beigazolódott, hogy a szanidin dominanciája következtében a kőzet a Streckeisen-féle QAP háromszögdiagramban igen közel áll az ún. alkáli riolitokhoz (STRECKEISEN et LE MAITRE 1979).

A jól kristályosodott porfiros szövetű kőzetben makroszkóposan is felismerhető jellemző fenokristályok a 0,5-5,0 mm-es dihexaéderes kvarc, vagy ennek töredezett példányai. A földpátok lemezes és léces kifejlődésűek, ritkán nagyobbak 3-5 mm-nél. A kőzet túlnyomó részét szabad szemmel egyveretűek tűnő alapanyag alkotja. Makroszkóposan csak ritkán ismerhető fel egyéb kőzetalkotó. Ilyen elsősorban a kisméretű, metszetétől függően léces, táblás megjelenésű, kissé bontott biotit. A kőzetben többfelé láthatók szubvertikális elrendeződésű, nyúlt, szabálytalan felületű hólyagüregek, amelyek a kristályosodás vége felé befagyott gázzárványok.

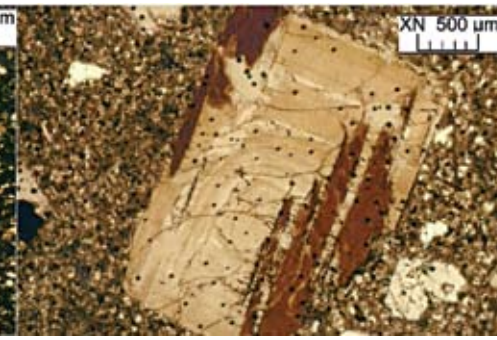
Vágott és polírozott felületen kitűnően tanulmányozható a kristályok metszete. Itt figyelhetők meg a viszonylag gyakori, makroszkóposan alig látható 0,05-3,0 mm-es lapult, orientáltan elrendeződő apró hólyagüregek, amelyek főleg sztereomikroszkópban, felületi csiszolatokon tanulmányozhatók legjobban. A rózsaszínű kőzetváltozat polírozott felületi metszetein figyelhető meg, hogy a húszoros vagy annál nagyobb nagyításnál előtűnő, szabályszerűen elrendeződő mikropórusokat egy világos, fehér vagy sárgásfehér szegély veszi körül. Itt egy egyenletes eloszlású, felszínközelben hozzákeveredett illótartalomról lehet szó, melynek gázzárványai körül kifakult az alapanyag. A porozitás szabályszerűsége, ilyen egyenletes elrendeződése a hullott riolittufáknál nem alakulhatott volna ki, mivel ott egyenetlen az anyagszolgáltatás és változatos az összesülés módja és mértéke. Esetünkben viszont egy olyan, nyugodt állapotban kialakult extruzív riolittestről beszélhetünk, amelyben volt ugyan kimutatható mozgás, sőt kialakult bizonyos szöveti irányítottság is, de több jel is arra utal, hogy az útbevágásban megmintázott rész az extruzív testnek az egykori felszín alá nyúló sekélyszubvulkáni környezetében rekedt meg, s a lakkolitokra emlékeztető módon alulról és kívülről is érintkezik a transzvaporizációt okozó mellékkőzettel.

Mikroszkópi vékonycsiszolatokban **(10-19.fotó)** az oszlopos és tömbös riolit különböző színváltozatai nem mutatnak lényeges eltéréseket, tehát szöveti és ásványos összetétel szempontjából egységesen jellemezhetők.

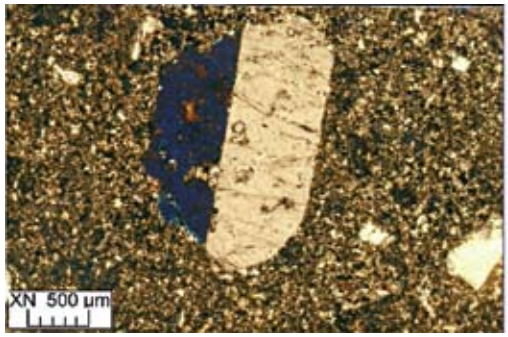
A fenokristályok között elsősorban földpátok és kvarc a jellemző alkotó, míg a biotit alárendelt és jóval kisebb méretű. A legfejlettebb elsőgenerációs földpátok elérhetik az 5mm-t, általában idiomorfok és nyúlt táblás, léces megjelenésűek. A kvarc szintén több mm-es méretű lehet, általában dihexaéderes alkatú. Egy részük erősen töredezett, repedezett, hiányos, illetve helyenként rezorbeált. Ezek arra is utalhatnak, hogy a kvarc egy része zárványként kerülhetett a magmába a mellékkőzetek kristálytufás részeiből és az ismételt hőhatások, az áthalmozás miatt ébredő feszültségi repedések és mechanikai hatások jelennek meg bennük.



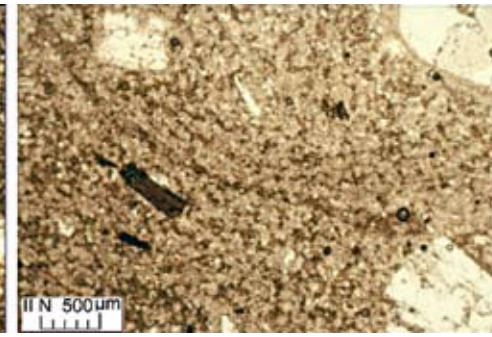
10. fotó: Szanidin és kvarc a mikroholokristályos alapanyagban
Photo 10. Sanidine and quartz in microholocrystalline matrix



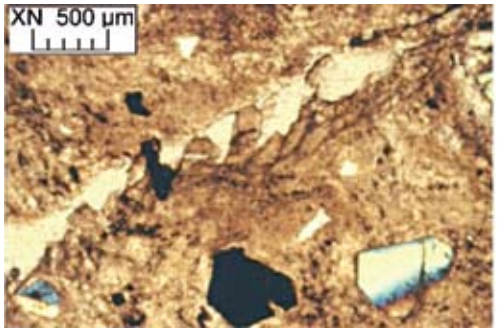
11. fotó: Zónás plagioklász
Photo 11. Zoned plagioclase



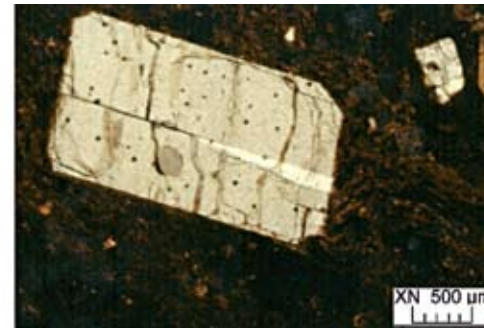
12. fotó: Végein enyhén sérült karlsbadi szanidin
Photo 12. Carslbad twinned sanidine, slightly damaged at both ends



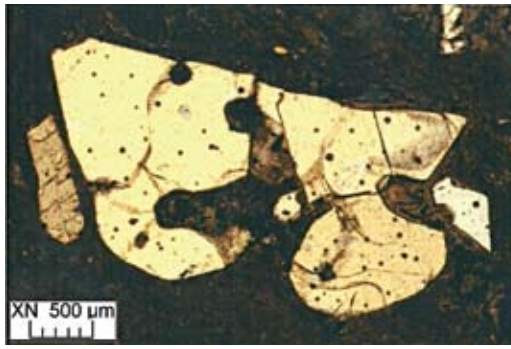
13. fotó: Irányított szövetrészlet idiomorf biotitokkal
Photo 13. Orientated texture with idiomorphic biotites



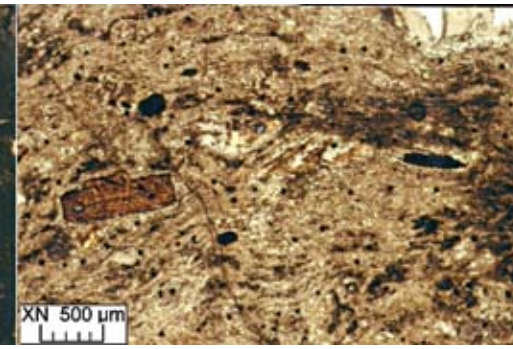
14. fotó: Orientált mikro-porozitás
Photo 14. Orientated micro-porosity



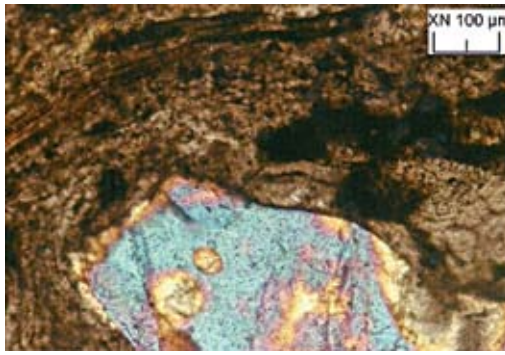
15. fotó: Szanidin fenokristály irányított alapanyagban
Photo 15. Sanadine phenocryst in orientated matrix



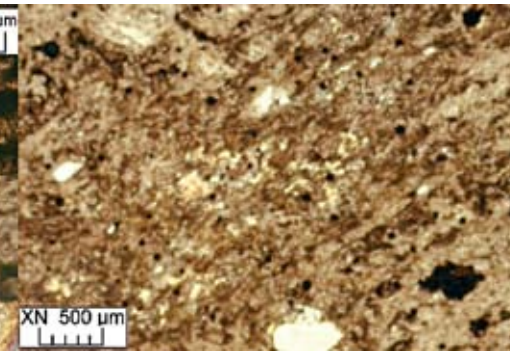
16. fotó: Nagyméretű törött, rezorbeált kvarc fenokristály, szanidin mikro-fenokristály az irányított alapanyagban
Photo 16. Great, fractured resorbed quartz phenocryst and sanidine micro-phenocryst in the orientated matrix



17. fotó: Irányított szövet mikrokristályokkal, balra biotit
Photo 17. Orientated texture with micro-crystals, a biotite on the left



18. fotó: A kvarc körül húzódó keskeny aurát a kioldott kovasav hozta létre
Photo 18. Dissolved silica produced a thin aura round the quartz



19. fotó: Szétkenődött sárgás színű agyagosodott tufa zárvány a riolitban
Photo 19. Yellow, clayey tuff inclusion spread in the rhyolite

A részleges rezorbció is utalhat arra, hogy a differenciáció korábbi szakaszában bekerült lopadékkvarc ha nem volt kémiai egyensúlyban a fluid magmával, akkor bekövetkezett rezorbció. A kőzetben kimutathatók különböző mértékig asszimilált apró zárványok. Közülük legjellemzőbbek a feltehetően a felszínközelben hozzákeveredett víztartalmú agyagosodott tufa fragmentumok, amelyek még egyenletesen el tudtak oszlani a test néhány 10m-es szegélyzónájában. Ezek felszabaduló illótartalma okozhatta leginkább a viszonylag egyenletes mikroporozitást.

Ahol az igen apró méretű, még gyengén kristályosodott agyag szemcsék (főleg montmorillonit) beolvadtak, ott lokálisan bázisosabb összetételűvé vált az olvadék, s ugyanakkor könnyebben felhabzott, mint a magma vízszegényebb részei. Az eközben felszabaduló hiperkritikus gázok szintén alkalmasak voltak arra, hogy a fenokristályos kvarc repedései mentén behatolva visszaoldó hatást fejtsenek ki a vele együtt mozgó bázisosabb összetételű olvadékrésszel együttműködve. E két egymásra szuperponálódó hatás helyenként legömbölyítette a kvarcot, másutt egy vagy több irányból benyomulva oldási üregeket hozott létre, sőt esetenként a kristály felének vagy nagyobb részének feloldódását okozhatta. E feloldódó anyag a kvarcmaradékok körül egy kovasavban dús aurát hozott létre, amelyben kvarc kristálycsírák és egészen apró mikrolitok jelenléte jelzi a megszilárdulás előtti utolsó fázisban történő lokális felsavanyodást.

A kőzet alapanyaga mikroholokristályos, viszonylag egyenletes, izometrikus szemcsézetű, anyagi összetételében uralkodik a káliföldpát, s jelen van a savanyú plagioklász is. A jellemző mikrolit méret valamivel nagyobb kristályossági fokot tükröz mint általában a Tokaji-hegységi felszínen megszilárdult hablávák felzites alapanyagának kristályméretei. Itt a kisebb méretű rész is felette van a 10 μm-nek. A jellemző tömeges kristályméret a 30-80 μm-es tartományban van, de kisebb hányad – a mikrofenokristályok 150 μm körüli méretben jelennek meg. Összességében a szövet mikorholokristályos porfíros, gyakorlatilag üvegmentes. Ez a szöveti kép is több periódusú, de utolsó szakaszában viszonylag nyugodt kristályosodásra utal és leginkább egy szubvulkáni szinten megszilárdult kőzetre emlékeztet, tehát megfelel az előbbiekben leírt jellemzésnek. Mindez együtt megerősíti azt, hogy az extruzív dóm egy része – a mintavételi helyek körzete bizonyosan még szubvulkáni szinten szilárdult meg. Az e helytől a csúcs felé vezető szelvény menti több mintából álló sorozat szövetelemzése tisztázhatná azt, hogy hol kezdődhetett a valódi effuzív zóna, illetve volt e ilyen egyáltalán.

A riolit szövetében felismerhető egy bizonyos fokú irányítottság, amely a peremek felé erősödik, de nem mutat kaotikus örvényáram szerkezetet, ahogy ezt például a szürke erezésű fluidális riolitoknál tapasztaljuk. Itt az irányítottság elsősorban szubvertikális és valószínűleg a mikropórusok enyhe mozgásával függ össze, amely a helyfoglalás után, a megszilárdulás előtti utolsó fluid fázisban következett be.

A szöveti irányítottság a peremi zóna kovásodott, zöldes színű riolit változatában ismerhető fel legjobban. A szövet az utolsó szakaszban bekövetkezett viszonylag gyors megszilárdulás miatt a helyfoglaló mozgás okozta peremi ívelt anyagmozgási pályák befagyott nyomait is megőrizte. Makroszkóposan is látható az alapanyagnak egy hullámos sávozottsága, ami az illótartalom bizonyos fokú egyenetlen eloszlásával függ össze. Egyes sávokban a kőzetanyag tömörebbnek másokban mikroporózusabbnak látszik. A tömörebb részeken a kompakt megjelenést főleg egyfajta impregnáció szerű szöveti átkovásodás okozza. E sávokban erőteljesebb a szövet zöldes elszíneződése. Nagyító alatt a felület itt kovásnak és áttetszőnek tűnik, leginkább a tufákból képződött zöldes színű jáspilitek kalcedonos felületeire emlékeztet (lásd erdőhorváti jáspilitek). E típusban peremi helyzete miatt különösen jól megfigyelhető a mellékkőzetből bekerült agyagosodott tufa darabkák jelenléte és változó mértékű kezdődő asszimilációja. Emiatt a környezetükben rendszeresen megjelennek apró orientált hólyagüregek, a felszabaduló illók bizonyítékai. Ezek megnyúlása rajzolja ki leginkább a szöveti orientációt. Az itt felszabaduló hiperkritikus hőmérsékletű illók a velük érintkező földpátok hasadási vonalai mentén oldó hatást fejtettek ki, s e kiüregelődő részeken megkezdődött a földpátok agyagos elbontódása. Az illók a mikropórusok felszaporodását idézik elő és környezetükben megfigyelhető, hogy gyakoribb az apró biotit szemcsék megjelenése, mint a kőzet más részein.

E kovásodott zöld riolitban megfigyelhető helyenként olyan mértékű transzvaporatív metakovasav megjelenése, ami koncentrált kvarc kiválást okozott. Ez lehet ritkábban tridimites „réteg”, vagy hialitos bevonat egy-egy pórus falán, de a szövetben is megjelenhetnek kékesszürke vagy zöldes árnyalatú kalcedonos kriptokristályos erek, csomók, átitatások. Ezek megjelenése mindig a mellékkőzet menti szegélyeken tapasztalható és a kova mennyisége arányos lehet a mellékkőzet pórusvizének és szerkezeti vizének mobilitásával és oldott kovasav tartalmával.

Védendő geológiai értékek a Szénégető-tetőn

Munkánk során sikerült igazolni, hogy a vizsgált hegy mintaanyagai nem tufából, hanem egy riolit dómból származnak, amelynek a tufa csupán beágyazó burkoló kőzete. Különlegesen szép és érdekes az a szöveti kép, amely viszonylag egyedi az erdészeti út feltárásában. Rendkívül durvakristályos-porfíros megjelenésű a kőzet, amelyben nagyméretűek és jól felismerhetők a fenokristályok. Gyűjteményben ideálisak a kőzettant elsajátítók számára, hiszen minden jellegzetes tulajdonság kiolvasható belőlük. Másrészt a mikroszkópi kép is kiemelkedően jól értelmezhető, mivel alkotói tipikusak és jól fejlettek. A csekély szöveti irányítottság és a relatíve erőteljes mikroholokristályos megjelenés arra utal, hogy a dóm egy része intruzív jelleggel felszín alatt szilárdult meg. A szegélyzóna zöld színű kovásodott riolitja szintén különleges képződmény, részben a kőzet színe miatt, részben a kitűnő megtartása és a kovaanyag többféle típusú megjelenése miatt. A feltárásban jól látható a hazai riolitoknál ritkán jelentkező oszlopos elválás.

A földút mentén, az erdészeti rakodónál, a mintavételi pontjaink körzetében érdemes lenne egy olyan próbafejtést kiképezni, ahol bányafal szerűen tanulmányozható lenne a kőzet és a letermelt anyagból a helyszínen gyűjthetnének iskolák és az érdeklődő kirándulók. Innen kis kerülővel gyalogösvényen lehetne megközelíteni a tetőt, ahonnan szép kilátás nyílik a Sátor-hegyek és a Bodrogköz irányába.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönettel tartoznak McIntosh Richard William geológus egyetemi oktatónak hasznos tanácsaiért és lelkiismeretes lektori munkájáért.

IRODALOM

BOCZÁN, B., FRANYÓ, F., FRITS, J., LÁNG, S., MOLDVAY, L., PANTÓ, G., RÓNAI, A., STEFANOVITS, P. 1966. Magyarázó Magyarország 200000-es földtani térképsorozatához M-34- XXXIV. Sátoraljaújhely, MÁFI kiadv. 199 pp

BUDAY, T., OSVÁTH, R. 2004. Jelentés a Bózsva alsó szakaszának jobb oldali vízgyűjtőjén végzett forráskataszterezésről. Bükki Nemzeti Park Igazgatóságának adattára. Kézirat 4 pp + 10 pp mell. + 53 db kataszteri lap

BUDAY, T., OSVÁTH, R. 2006. Forráskataszterezési tapasztalatok Vágáshuta és Sátoraljaújhely környékéről. Folia Historico Naturalia Musei Matraensis 30.: 375-381.

GYALOG, L. 2002. Új rétegtani egységek bevezetésére (ill. módosítására) tett javaslatok az 1998-2002. évi MÁFI-MOL közös projekt eredményei alapján. Kézirat, MÁFI adattár

GYALOG, L. 2005. Magyarázó Magyarország fedett földtani térképéhez 1:100000. MÁFI kiadv. 94 pp

ILKEYNÉ PERLAKI, E., BARABÁSNÉ SERÉNYI, E. 1964. A horzsakő fogalma, szöveti jellege és genetikája. A MÁFI Évi Jel. 1961-ről: 535-553.

ILKEYNÉ PERLAKI, E. 1966. Tokaji-hegységi riolittufák alkalmazási kőzetjellegei. Földtani Közlöny: 154-169.

IRVINE, T. N., BARAGAR, W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rock. Can. J. Earth Sci, 8.: 523-548.

LE MAITRE, R.W., BATEMAN, P., DUDEK, A., KELLER, J., LAMEYRE LE BAS, M.J., SABINE, P.A., SCHMID, R., SORENSEN, H., STRECKEISEN, A., WOOLEY, A.R. , ZANETTIN, B. 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell, Oxford, 193 pp

OSVÁTH, R., BUDAY, T. 2004. Összehasonlító forráselemzések a Tokaji-hegység északkeleti részén. Bükki Nemzeti Park Igazgatóságának adattára. Kézirat, 83 pp

OSVÁTH, R., BUDAY, T. 2006. Geológiai alapú értékvédelem lehetőségei a Tokaji-hegységben. Folia Historico Naturalia Musei Matraensis 30.: 369–373.

PENTELÉNYI, L. 1972. Magyarázó a Tokaji-hegység földtani térképéhez, 25000-es sorozat, Füzérradvány-Széphalom MÁFI. 60 pp

ROLLINSON, H. 1998. Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. Longman, London, 352 pp

STRECKEISEN, A., LE MAITRE, R.W. 1979. A chemical approximation to the modal QAPF classification of igneous rocks. Neus Yahrb. Mineral. Abh. 136.: 169-206.

SZÁDECZKY, GY. 1890. A magyarországi rhyolitokról. Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhöz, az 1890. évi XXII. kötethez: 71-77.

SZÁDECZKY, GY. 1897. Sátoraljaújhelytől északnyugatra Rudabányácska és Kovácsvágás közé eső terület geológiai és kőzettani tekintetben. Földt. Közl. 27/8-10.: 273-326.

SZEPESI, J., KOZÁK, M. 2008. A telkibányai Cser-hegy–Ó-Gönc riolit-perlit vonulat fáciesgenetikai és paleovulkáni rekonstrukciója. Földtani Közlöny 138.: 61–83.

VARGÁNÉ MÁTHÉ, K. 1961. Kálimetaszomatózis és kálifeldúsulás a Sátoraljaújhely és Vágáshuta közti területen. Földt. Közl. 91/4.: 391-396.