

# VITAFÓRUM\*

Földtani Közlöny, Bull. of the Hungarian Geol. Soc. (1985) 115. 199—204

## Egy újabb leukofillit-keletkezési elméletről

Dr. Kisházi Péter\*\*—Ivancsics Jenő\*\*

(1 ábrával, 2 táblázzal)

Nemrég megjelent egy olasz szakfolyóiratban LELKES-FELVÁRI Gy.—SASSI F. P. és VISONÀ D. (1982) szerzői hármastól egy rövid tanulmány „Néhány leuchtenbergit-tartalmú metamorf kőzet genetikájáról és fázisviszonyairól” címen, melyet a magyar szerzőtárs a Magyarhoni Földtani Társulat Ásványtan—Geokémiai Szakosztályának 1984. március 12-i ülésén elő is adott. Minthogy Magyarországon ilyen kőzetek eddig csak a Soproni-hegység kristályos magjából és a Fertőrákosi-palaszigetből ismertek, s e szerzők hangsúlyozottan éppen e két területet vették alapul új elméletük kidolgozásánál, mi, akik e terület kristályos paláinak vizsgálatával már régebb óta foglalkozunk (köztük a szóban forgó leukofillitekkel és diszténkvarcitokkal is), kötelességünknek tartottuk a cikkben leírtakról, ill. az elhangzottakról véleményünket elmondani és ezt írásban is rögzíteni.

Az új keletkezési elmélet sem elméletileg, sem gyakorlatilag nem győzött meg bennünket helyességéről. Elméletileg elnagyoltnak és ellentmondásosnak tartjuk, gyakorlatilag pedig ennek alapján a leukofillit nem illeszthető be a soproni és a fertőrákosi palasorozatok ismert kifejlődési és települési viszonyaiba.

1. Helyes, hogy a leuchtenbergit-tartalmú kőzetek közt genetikai rokonságot tételeznek fel, s így a leukofilliteket és a diszténkvarcitokat együtt tárgyalják. Véleményünk szerint nem helyes azonban keletkezésüket egyetlen folyamathoz kötni, mert így nem magyarázható meg sem az ásványos összetételbeli lényeges különbségek (főként a diszténtartalomban), sem pedig a településükben mutatkozó elkülönülések (a leukofillitek zömmel gneiszekhez, a diszténkvarcitok pedig mindig csillámpalákhoz kötöttek).

2. Az elmélet vulkáni kőzetek mállásából és hidrotermális bontásából vezeti le e különleges kemizmusú kőzetek alapanyagát (protolit). A szerzőknek ilyen kőzetek egykori jelenlétét kellene mindenekelőtt bizonyítaniok a területen

\* E rovatban most a Sopron környéki leukofillit képződésének kétféle genetikai megoldását mutatjuk be. A természet, nem egymást sértegető, hanem a jobb szakmai megoldásokat kereső vitára szükség van a magyar földtanban. Azonos jelenségek többféle képződési lehetőségét nem lehet kizárni, mégis az anyagról szerzett ismereteink szintje, az analógiák helyes, vagy éppen helytelen alkalmazása jelentik genetikai modelljeink korlátait. Nem biztos, hogy minden régi értelmezés eleve elvetendő és az sem biztos, hogy minden új elmélet egyértelműen helyes. Célunk az, hogy a Földtani Közlöny szakmai olvasóközönsége tájékozódjék a vitatott kérdésekről, ezzel gondolkodásra és végső soron állásfoglalásra készítsük őket. (Szerkesztői megjegyzés)

\*\* Központi Bányászati Fejlesztési Intézet, Ásványlőképzési Osztály — Petrográfia, H-9400 Sopron, Szent György u. 16.

(különösen a Soproni-hegység gneiszei lehetnek problematikusak ebből a szempontból, ugyanis ezeket eddig minden szerző plutóni eredetűnek tartotta).

3. A soproni területen *savanyú*, a fertőrákosin pedig *bázisos* effuzív kőzetekkel számolnak a szerzők. Úgy gondoljuk azonban, hogy azonos elváltozási folyamatokkal operálva (mállás és hidrotermális bontás), ezekből nem lehet azonos kémiai összetételű végtermékekhez (protolit) jutni, Az I. táblázat elemzési adataira támaszkodva, ezt egy kissé részletesebben is kifejtjük:

A Sopron környéki metamorfitek kémiai összetétele  
Chemical analyses of metamorphites from the Sopron area

I. táblázat — Table I.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO <sub>2</sub>	73,99	76,59	49,58	46,13	76,52	76,23	74,23	73,15
TiO <sub>2</sub>	0,10	0,14	1,63	1,48	0,28	0,24	0,14	0,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,84	12,96	14,08	12,30	13,50	14,48	14,31	12,63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,51	0,77	3,03	3,15	0,23	0,38	0,18	0,33
FeO	0,92	0,22	8,77	10,11	0,21	0,18	0,61	0,41
MnO	0,02	0,03	0,18	0,15	—	<0,01	—	0,04
MgO	0,15	0,77	7,29	6,26	5,60	5,58	3,29	6,97
CaO	0,61	0,45	10,12	13,02	0,10	0,14	0,21	0,22
Na <sub>2</sub> O	2,96	3,21	2,97	2,50	0,35	0,53	0,55	0,09
K <sub>2</sub> O	5,56	4,12	0,65	0,61	0,08	0,18	3,03	2,42
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,70	0,87	0,55	0,67	2,95	2,25	2,87	3,43
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,06	0,19	0,14	0,45	0,04	0,11	0,06	0,27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,33	0,26	0,19	0,20	0,02	<0,01	0,11	<0,01
CO <sub>2</sub>	—	—	0,10	2,88	—	—	—	0,25
SO <sub>2</sub>	—	—	1,15	0,43	—	—	—	0,15
	100,75	99,98	100,43	100,34	99,88	100,30	99,59	100,44

1. muszkovitgneisz (Nándormagaslati kf)

2. muszkovitgneisz (Nándormagaslati kf)

3. amfibolit (Fr-1004. sz. fúrás, 1058 m)

4. amfibolpala (Fr-1004. sz. fúrás, 147 m)

5. diszténkvarcit (Bécényi úti kf)

6. diszténkvarcit (Bécényi út melletti kutató árok)

7. leukofillit (Nándormagaslati kf)

8. leukofillit (Fertőrákos, transzformátor-ház)

Ha összehasonlítjuk a feltételezett vulkanitok (jelenleg *gneiszek*, illetve *amfibolitok*) kémiai elemzési adatait a diszténkvarcitokéival, ill. leukofillitekéivel, valamint ez utóbbiakat egymással, akkor két általános megállapítás tehető: a) a diszténkvarcitok és a leukofillitek kémiai összetétele lényegében azonos jellegű (egyedül a K<sub>2</sub>O ingadozása jelentősebb); b) azonos jellegű kémiai összetételük jóval közelebb áll a savanyú gneiszekéhez, mint a bázisos amfibolitokéhoz. A megfelelő *protolit* kialakulásához szükséges kémiai változásokat a II. táblázatban foglaltuk össze mindkét kőzet esetében. *Elemzésulásokat* és *elemcsökkenéseket* (kilúgozásokat) lehetett így megállapítani, és pedig két

Az elemek viselkedése az átalakulások során  
Behaviour of elements during alterations

II. táblázat — Table II.

	gneisz — gneiss	amfibolit — amphibolite
Dúsulás Enrichment	Mg, H	Si, K(1), H
Csökkenés Decrease	Fe, Mn(?), Ca, Na, K(1), K(d), P(?)	Ti, Fe, Mn, Ca, Na, K(d), P(?)
Egyensúly Equilibrium	Si, Ti, Al	Al, Mg

Megjegyzés: A dőlt szedés nagymérvűséget jelez, a többi kismérvű

1 = leukofillit

d = diszténkvarcit

fokozatban: kismérvű és nagymérvű. Rajtuk kívül mindkét esetben van néhány olyan elem, melyek mennyisége gyakorlatilag nem változott meg, azaz egyensúlyban maradtak.

Mint látható, az amfibolitoknál lényegesen nagyobb mérvű elemvándorlásnak kellett bekövetkeznie, mint a gneiszeknél, s ráadásul nem is mindig azonos jelleggel: a gneiszeknél pl. a Mg-nak többszörös dúsulást kellett elérnie, míg az amfibolitoknál ugyanazoknak a folyamatoknak már nem szabadna lényeges további dúsulást eredményezniük a Mg-tartalomban. Amfibolitoknál egyik fontos pont a Si jelentős dúsítása, ugyanezre viszont gneiszeknél semmi szükség sincs. Komoly nehézséget jelent továbbá a K kezelése, melynek esetenként eltérően kell viselkednie (hol dúsulnia, hol meg kilúgzódnia), attól függően, hogy gneises vagy amfibolitos volt-e a kiinduló kőzet, ill. diszténkvarcit vagy leukofillit keletkezett-e belőlük?

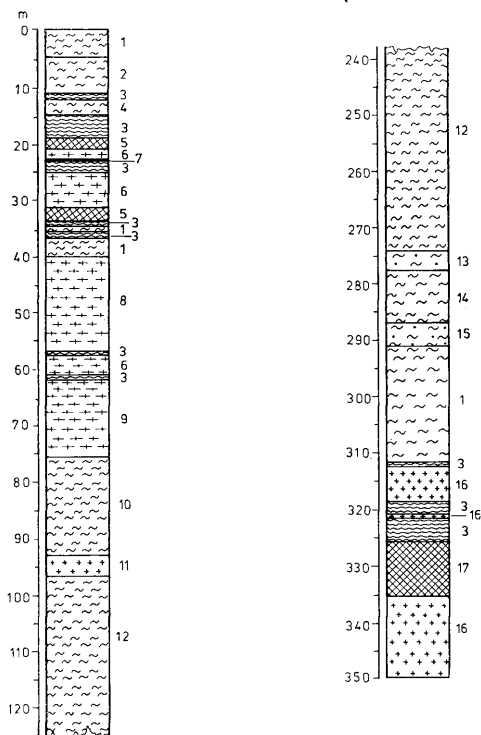
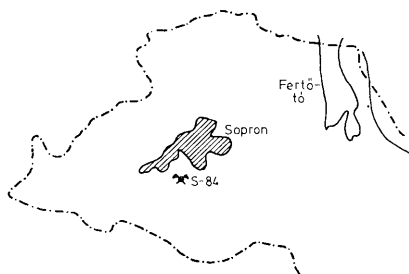
4. Egyszerű relatív dúsulással egyik kiinduló kőzetből sem jöhetett létre a megfelelő protolit, csupán „célrányos” abszolút dúsulással. Hogy értjük ezt?

Elemdúsulások *relatív* vagy abszolút módon történhetnek. Az előbbi esetben a kilúgzottak helyébe nem lépnek újak, s így a visszamaradtak viszonylagosan dúsulnak. Kis mérvű dúsulás könnyen megvalósulhat így, de nagyméretű már nehezebben, mert ehhez esetleg kevés a kilúgzható (mobilis) komponensek mennyisége, másrészt viszont ezzel a többi inert komponens nem kívánt mértékű mennyiségi növekedése is együtt jár. Gneiszeknél pl. a Mg megfelelő szintre dúsítása így semmiképpen sem valósulhatott meg. Amfibolitoknál a Si dúsulása ugyan elképzelhető relatíve is a mobilis komponensek teljes kilúgzásával, de akkor az immobilis Al és Mg mennyiségének is elég jelentősen meg kellene növekednie; nem képzelhető el azonban itt sem a K megfelelő szintre dúsulása leukofillitek számára (ennek a K erős mobilitása sem kedvez).

Az *abszolút* dúsulás külső forrásból való elemhozzájárulást jelent (a többször más komponensek egyidejű eltávozásával, ami a többi inert elem mennyiségi egyensúlyát fenntartja). Minden bizonnyal így történt a H dúsulása, ami víz jelenlétében könnyen megvalósulhat. A gneiszek esetében a Mg, az amfibolitoknál pedig a K dúsulását azonban már mindenképpen speciális módon kellene levezetni és főként bizonyítani. Amire viszont még csak utalások sincsenek a dolgozatban.

5. Csak a felületes szemlélével lehet elhithető, hogy a vulkanitok *mállása* és *hidrotermás bontása* révén keletkezett termékek: a különböző montmorillonitok, a kaolinit és a klorit, változó mennyiségű limnokvarcit kíséretében már elegendők is a „leukofillites” kemizmusú protolithoz. Az előzőekben már felvázoltuk, hogy minimálisan mi szükséges még hozzá. Az említett mállási termékek így csupán azt regisztrálják, hogy a valóságban miként és milyen mértékben ment végbe az az elváltozási folyamat, melynek főbb követelményeit a megfelelő protolit kialakulása szempontjából az előzőekben körvonalaztuk. Ténylegesen a mállási termékek közül pl. a montmorillonit esetenként jelentős mennyiségű Ca-t és Fe-t (sőt, esetleg még Na-t is), a klorit főként Fe-t tarthat vissza, melynek mennyisége meghaladhatja az „engedélyezett” szintet; K-tartalmuk viszont túl alacsony a leukofillitek számára. Továbbá e heterogén termékeknek egymással jól összekevertnek is kell lenniük, mert különben pl. a limnokvarcitből csak diszténmentes kvarcit lesz a metamorfózis során, amilyen pedig Sopron környékén eddig nem került elő.

6. Ami az agyagok *átalmozódásának* kérdését illeti, ez legelőször is mindig azzal a veszéllyel jár — s még fokozottabb mértékben érvényes ez egy speciális



kemizmusú protolit esetében —, hogy eközben ellenőrizhetetlen szennyeződés éri. Ezt a rizikót, persze, mindenféleképpen vállalniok kellett az új elmélet megalkotóinak, hiszen a leuchtenbergit-tartalmú kőzetek egy jelentős része a feltételezett vulkáni kőzetektől térbelileg elkülönülten jelentkeznek. Most lássuk, hogyan illeszthető ez bele az eddig ismert települési viszonyokba?

A vélemények szerint a Soproni-hegység csillámpalái az első erős metamorfózisukon már átestek, amikor a gneiszek kiinduló kőzetanyaga ezen környezetbe behelyeződött. Vulkanosság feltételezése esetén azok anyagának tehát át kellett törnie a felszín közelébe emelkedett csillámpalákat, majd mállási és áthalmazódási folyamatok után ismét a mélybe süllyedve és fiatal üledéksorozattal lefedve, kaphatták volna későbbi metamorfózisukat. Ilyen módon értelmezhető település és két fajta csillámpala-típus azonban nem ismert a területen.

A Fertőrákosi-palasziget rétegsora — a sűrű fűrésos kutatási tevékenység folytán — elég jól ismert. Kósa L. (1976) három nagy kőzetformációt különböztetett meg alulról felfelé: amfibolit, földpátos csillámpala és fillites csillámpala formáció. Amfibolitok zömmel a legalsó formációban találhatók, bár — erősen csökkent mértékben — a másik két formációban is jelentkeznek be településként. Leukofilittek viszont csak a fillites csillámpala formáció alján feltűnő vékonyabb gneisz-sávokkal társultan lépnek fel. Közvetlen kapcsolatról az amfibolitokkal nem tudunk, s — helyzetükből ítélve — fiatalabbak is lehetnek azoknál.

7. Maradva a *települési viszonyok* szemlélésénél és visszatérve a feltételezett eredeti vulkáni miliőre, ahol mállás és hidrotermális tevékenység karöltve bontotta a kőzeteket, nos, a hidrotermális tevékenységgel feltétlenül együtt kellett volna járnia egy jelentős vertikális dimenziójú kőzetelváltozási kifejlődésnek is, holott a mi kőzettesteink mindig csak vékonyak és csupán horizontális kiterjedésükkel tűnnek ki. Hasonlóan, ilyesfajta egykori bontottságnak nem ismerhető fel semmilyen ásványos vagy texturális nyoma sem az általuk savanyú vulkanitos eredetűnek minősített gneisztömegek belsejében.

8. A *tényleges települési formáról* még fontos megállapítanunk, hogy a leukofilittek gyakran többszörösen megismételve jelentkeznek a kristályospalaszorozaton, mindig lapos (szubhorizontális) településben, egymással közel párhuzamos elrendezéssel. Ez a kép kedvez annak, hogy takarós szerkezetkialakítással kapcsolatos *horizontális mozgási pályáskok* maradványait lássuk bennük. De vajon, miként értelmezhető ez a jelenség az új elmélettel? Mindenegyes leukofilit-sáv egy-egy új mállási szint lenne?

Az elmondottak illusztrálására bemutatjuk a *Sopron-84. sz. fűrés* szelvényét (1. ábra), mely a Kecske-patak nagy kanyarjában, a Pedagógus-forrás fölötti gerincvégen mélyült le a Soproni-hegységben. A 350 m mély fűrés szelvényében

1. ábra. A Sopron 84. sz. fűrés szelvénye. J e l m a g y a r á z a t: 1. Normál csillámpala, 2. Sávós csillámpala (kissé diszténes), 3. Leukofilit, 4. Normál csillámpala (vermikulitos), 5. Vetőbreccsa, 6. Albitgneisz (kihengerelt), 7. Diszténes ér, 8. Mikroclin — albitgneisz (rókaházi típus), 9. Albitgneisz és földpátos normál csillámpala (rókaházi típus), 10. Normál csillámpala (helyenként albitos, ill. paragonitos), 11. Albitgneisz, 12. Normál csillámpala (helyenként albitos, ill. paragonitos), 13. Normál csillámpala (paragonitos, kloritoidos és diszténes), 14. Normál csillámpala (paragonitos), 15. Normál csillámpala (paragonitos és kloritoidos), 16. Mikroclin-albitgneisz, 17. Leukofilit és gneisz vetőbreccsa

Fig. 1. Geological log of the borehole Sopron 84. E x p l a n a t i o n s: 1. Normal mica-schist, 2. Banded mica-schist (slightly kyanite-bearing), 3. Leucophyllite, 4. Normal mica-schist (vermiculitic), 5. Fault breccia, 6. Albite gneiss (rolled), 7. Kyanite-bearing veinlet, 8. Microcline-albite gneiss (Rókaház type), 9. Albite gneiss and feldsparbearing normal mica-schist (Rókaház type), 10. Normal mica-schist (locally albitic or paragonitic, respectively), 11. Albite gneiss, 12. Normal mica-schist (locally albitic or paragonitic, respectively), 13. Normal mica-schist with paragonite, chloritoid and kyanite, 14. Normal mica-schist (with paragonite), 15. Normal mica-schist with paragonite and chloritoid, 16. Microcline-albite gneiss, 17. Leucophyllite and gneiss fault breccia

(a számunkra most nem különösebben érdekes középső szakasz elhagyásával) különböző típusú gneiszek és csillámpalák települnek váltakozóan, miközben összesen 10 db leukofillit-sávot is ki lehetett mutatni változó közökben közbe-települve. (Az egyikkel kapcsolatban még egy kb. 20 cm vastag diszténes ér is feltűnik, melynek értelmezése külön problémát jelent.) A leukofillitek nagy része gneiszekhez kötött, de akad csillámpalába települt is köztük. Az egyes leukofillit-sávok vastagsága 40 cm és 4 m közt változik. A gneiszek és a hozzájuk kapcsolódó leukofillitek nem egyszer milonitosodottak is lehetnek (a fúrás alja közelében van egy szélesebb milonitosodott zóna leukofillites és gneiszkes kevert zúzott anyaggal).

Végére érve az ellenvetések felsorolásának, megállapítható, hogy az új elmélet alkotói nem mélyültek el kellően a leukofillites kőzetek származásának problémáiban, s így megoldásához sem járulhattak hozzá érdemlegesen.

Hogy ez mennyire így van, azt még egy végső példával illusztrálhatjuk: E kőzeteket — egyebek mellett — alapvetően jellemzi a nagyon alacsony Nartartalom, mint ahogy egy helyen saját maguk is kiemelik. Ennek ellenére a *fázisviszonyok* tárgyalásánál következetesen figyelembeveszik a  $\text{Na}_2\text{O}$  komponens is, amiből egyenesen következik, hogy a lehetséges ásványfázisok közt albit, ill. paragonit is szerepel, jóllehet ezek eddig sohasem kerültek elő a terület olyan kőzeteiből, melyek leuchtenbergitot tartalmaznak. (És káliföldpát sem — mely szintén szerepel a lehetséges ásványfázisok listáján —, annak ellenére, hogy a  $\text{K}_2\text{O}$  tartalom már esetenként jelentős, ugyanis ezt meg gyakorlatilag egyedül a muszkovit használja fel.)

Ezek után csoda-e, hogy megmaradtunk eddigi nézetünk mellett e kőzetek genetikáját illetően, vagyis, hogy *tektonikus—metamorf metasomatikus* folyamatok játszottak szerepet keletkezésükben. Az új elmélet szerzői pedig még egy sereg ellenvetést is felsoroloztattak a régi ellen (erre egyébként sokkal nagyobb gondot fordítottak, mint saját elméletük konkrétabb alátámasztására). Ezek megválaszolására azonban majd csak később kerítünk sort, amikor egyben az általunk képviselt elgondolások részletesebb kifejtését is megadjuk majd.

## Irodalom — References

- KISHÁZI P. (1977): Contributions to the knowledge of metamorphic rocks of Sopron Hills (Western Hungary) — Verh. Geol. B. A., 2. pp. 35—43., Wien
- LELKE-SZELVÁRI GY. — SASSI F. P. — VISONÁ, D. (1982): On the genesis of some leuchtenbergite-bearing metamorphic rocks and their phase relations — Rendiconti Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, 38. pp. 607—615. Roma
- MODJTAHERI, M. — WIESENEDER, H. (1974): Entstehung und Zusammensetzung der Leukophyllite (Weisschiefer) in den Ostalpen — Archiv f. Lagerstättenforschung in den Ostalpen, S. 2. pp. 189—213., Wien
- VENDEL M. (1929): Die Geologie der Umgebung von Sopron. I. Teil. Die kristallinen Schiefer — Mitt. Berg-, Hüttenm. Abt. an der kgl. ung. Hochschule f. Berg- u. Forstwesen, pp. 225—291. Sopron
- VENDEL M. (1933): Előzetes közlemény a Keleti Alpok északi részében előforduló leukofillitek származásáról — Földt. Közl. LXIII. pp. 57—62. Budapest
- VENDEL M. (1972): Über die Genese der „Leukophyllite“ — Tschermaks Min. Petr. Mitt. 17. pp. 76—1000. Wien

A kézirat beérkezett: 1984. IV. 12.