

# OTKA ZÁRÓJELENTÉS

## T 37 248

### A kutatás eredményei

#### Bevezetés

A kutatás során kőzettani, geokémiai és geokronológiai vizsgálatok készültek. A vizsgált kőzetminták mélyfúrási anyagból származnak, a MOL és a Szegedi Egyetem Ásvány-Kőzettan Geokémiai Tanszékének, valamint a Földtani és Őslénytani Tanszék gyűjteményéből.

A kőzettani vizsgálatok a fúrómagok makroszkópos jellegeinek megfigyelését, mikroszkópos vizsgálatokat (kőzetszövet, ásványos összetétel, a kőzet szerkezeti fejlődése), mikroszondás ásványfázis elemzéseket öleltek fel. A geokémiai vizsgálatok a fő- nyomelem és ritkaföldekre terjedtek ki. Az alkalmazott geokronológiai módszerek a következők voltak:  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , Rb/Sr, Sm/Nd tiszta ásványszeparátumokon: muszkovit, biotit, amfibol, gránát és teljes kőzet izokon.

A geokronológiai elemzések a Bécsi Egyetem Földtani Tanszékének Geokronológiai Laboratóriumában, a mikroszondás elemzések a Padovai Egyetem Ásványtani Tanszékén, a Grazi Egyetemen és a Stockholmi Egyetemen (ahol a fő és nyomelemzések is) készültek.

#### 1. METAMORF KŐZET PROTOLIT KORÁNAK MEGHATÁROZÁSA

##### Felső paleozoós savanyú vulkanizmus korának meghatározása a Kékkút-4. sz. fúrásból (Dunántúli-középhegységi egység)

A Dunántúli-középhegység egységében elterjedten mutatkozik savanyú vulkanizmus az alsó paleozoós metamorf sorozatokban, és az azon települő permii sorozatokban egyaránt. Alapvető különbség közöttük, hogy az alsó paleozoós sorozatok variszkuszi metamorfózist szenvedtek, míg a perm sorozatok nem metamorfizáltak, mivel a Dunántúli-középhegységi egységet az alpi regionális metamorfózis nem érte. A vulkanizmus korára célzott radiometrikus elemzések nem készültek ezekből a savanyú (meta-) vulkanitokból, valamint nem állnak rendelkezésünkre biosztratigráfiai adatok sem a vulkanizmus korára.

Nagy távolságú litosztratigráfiai korreláció alapján (Keleti Alpok, Délalpok) az alsó paleozoós savanyú *metavulkanitokat* a felső ordoviciumba helyezték. E kőzeteket ért variszkuszi metamorfózis kora a bezáró filliek alapján 328-320 Ma –nak adódott (K-Ar módszerrel muszkovit szeparátumokon).

A *vulkanitok* korára csak közvetett, földtani adatok álltak rendelkezésünkre: középső-felső permbe sorolt vörös sorozatok települnek rájuk, de a vulkanizmus kora nem volt ismert.

A Kékkút-4 sz. fúrásban feltárt nagy vastagságú savanyú vulkanitot is kőzettani analógia alapján a permbe sorolták. Közben felmerült, hogy mivel bizonyos metamorf jelleget is mutat, az alsó paleozoikumba lenne sorolható. Munkánk célja a vulkanizmus korának meghatározása volt e fúrásból cirkon egykristályokon mért U-Pb módszerrel.

#### Eredmények

A fúrás többszörös pikkelyes szerkezetet tárt fel, benne ópaleozoós (devon) metamorf képződmények felett tektonikus kontaktussal települ két pikkelyben savanyú vulkanit. Az alsó vulkanit pikkelyen üledékes kontaktussal rátelepülő permii üledékes fedője mutatkozik, a felette lévő második vulkanit pikkelyre újabb tektonikus kontaktussal ismét ópaleozoós fillit következik, permii üledékes fedőjével.

Több szintből vizsgáltuk a savanyú vulkanitot, mely egyes szintekben (különösen a tektonikus kontaktusok közelében) kissé metamorf jelleget mutat. Fő jellegek röviden a következőkben foglalhatók össze: az irányított és átkristályosodott alapanyagban kissé irányított, részben, vagy teljesen átkristályosodott, deformált fenokristályok (kvarc, földpát, biotit, egykori amfibol) helyezkednek el. Az akcesszóriákat apatit, cirkon, monacit és bontott ércásványok képviselik. Különböző típusú mikrozárványok (plagioklász+biotit), (plagioklász+teljesen átalakult színes szilikátok) szintén előfordultak gránát xenokristály mellett.

A fúrás három ép szakaszából származó mintákból készültek cirkon szeparátumok. A 865-866 m közötti kőzet három, eltérő cirkon populációt szolgáltatott, melyek közül az egyik (hosszú prizmás, bipiramisos cirkon kristályok) tisztán magmás eredetűnek tekinthető. Ebből a populációból hat kristályt választottunk ki, majd U/Pb módszerrel, egykristályokon mért elemzésre kerültek.

Ebből három kristály konkordáns és a hibahatáron belüli egyidős kort: **291,4 ± 4,7 Ma**-t adott. Ez a kor a magmás tevékenység korának tekinthető (**alsó perm**). Ez az első radiometrikus magmás kor meghatározás felső paleozoós savanyú vulkanitok esetében ebben a tektonikai egységben. A vulkanit szakaszok egyes részeiben észlelhető metamorf jellegek tehát nem a variszkuszi regionális metamorfózishoz köthetők, hanem az

alpi takaróképződéskor, már különböző mértékű hidrotermális hatást szenvedett kőzetekben jöttek létre elsősorban a tektonikai vonalak környezetében.

Ősföldrajzi megfontolások alapján ez az egység a Drauzug jelenlegi helyén foglalt helyet, a Periadriatikus lineamenttől északra, Grödeni típusú kontinentális vörös üledékeivel és az elterjedt kvarcporfirokkal (Bolzanoi kvarcporfír). Adatunk megerősíti e ősföldrajzi korrelációt: ez a balatonfelvidéki savanyú permi vulkanizmus a jól ismert és feldolgozott variszkuszi posztokollíziós vulkanizmus szerves részét képezi, bár valamivel idősebbnek mutatkozott azoknál.

## **2. PERMOTRIÁSZ TEKTONOMETAMORF ESEMÉNY KIMUTATÁSA, JELLEMZÉSE AZ ALFÖLD ALJZATÁBÓL TEKTONIKUS FELÜLBÉLYEGZÉS JELLEGEINEK, KORÁNAK VIZSGÁLATA**

Az Alföld aljzatának metamorf kőzeteit tanulmányoztuk közettani és geokronológiai módszerekkel. Nagy hangsúlyt fektettünk a kőzetszerkezeti adatok, metamorf kőzetjellegek és a geokronológiai adatok együttes értelmezésére.

A kőzetmikroszkópos vizsgálatok során megmutatkozott, hogy az  $Al_2SiO_5$  polimorfok eloszlása a metapelitekben regionális törvényszerűséget tükröz. Ez az eloszlás a geokronológiai korcsoportokkal is jól korrelálható, és részben megerősíti az Alföld aljzatának korábbi tektonikai felosztását. Az Algyői aljzat-kiemelkedésről kimutattuk, hogy különálló szerkezeti egységet képez.

### **Eredmények**

1. *Elkészítettük az Alföld metamorf aljzatának geokronológiai összefoglalását, s ezen belül elhelyeztük és jellemeztük a Magyarországról és a Tisza egység aljzatából először kimutatott permi metamorfózist.*

A geokronológiai eredmények a fő egységekben a következők:

- a Mecsek egységben egy gránitmintá variszkuszi hűlési kort adott (299 M év).
- a Villány-Bihari egység amfibolit fáciesű metamorfítjai -melyek disztén porfiroblasztokkal és szillimanittal jellemezhetők- 310 M év körüli muszkovit hűlési korokat mutattak. Az egység keleti részében 202-266 M éves adatok későbbi termális felülbélyegzésre utalnak.
- a Békés-Kodru egység staurolitos-andaluzitos amfibolit fáciesű metamorfítjai 320 M év körüli muszkovit Ar/Ar hűlési korokkal jellemezhetők.
- a korábban a Békés-Kodru egységbe sorolt Algyői aljzat-kiemelkedésről, -melyet disztén aggregátumok elterjedt jelenléte különböztet meg a többi egységtől- kimutattuk, hogy polimetamorf fejlődésen ment keresztül: egy első, alsó permi, amfibolit fáciesű metamorfózist eoalpi, kréta, szintén amfibolit fáciesű metamorfózis követett a disztén staurolit, gránát stabilitási mezőben. A permi ásványegyüttesek: andaluzit, káliföldpát, szillimanit, gránát, helyenként staurolit kb 275 M évvel ezelőtt képződött (gránátfrakció és teljes kőzet Sm/Nd módszerrel mért izokronja alapján). A kréta metamorfózis hűlési korai 82-95 M éves határok között szóródtak. Helyenként alsótercier deformáció is bekövetkezett, 58-70 M év között szóródó adatok alapján.

2. *Az Algyői aljzat-kiemelkedésről kimutatott permi metamorfózis részletes jellemzése és korrelációjának kidolgozása.*

Az Algyői aljzat-kiemelkedés területéről származó kőzetek egy része korábbi vizsgálataink alapján nagy hasonlóságot mutat litológiai összetételben, mikroszerkezetben és a metamorf fejlődéstörténet különböző fázisaiban a Keleti Alpok Saualm-Koralms egységének metamorfítjaihoz. Ezek az igen jellegzetes, disztén aggregátumokat tartalmazó milonitos gneiszek, -melyeket a német nyelvű szakirodalom „Disthenflasergneis”-nek nevez- főként a Dorozsmai fúrásokban mutatkoznak. E kőzetek gránátja szolgáltatta a permi képződési kort és ezek a kőzetek képviselik a Keleti-Alpi korreláció alapját.

Ezért vizsgáltuk részletesen a Dorozsma-7 és a Dorozsma -54 sz. fúrások anyagát (vékonycsiszolat, ásványfázisok, mikroszonda elemzések). Bevezettük és részletesen leírtuk a Dorozsma Komplexumot. Ezek a fúrások igen változatos litológiájú kőzeteket szolgáltattak (különböző típusú gneiszek, amfibolit, amfibolgneisz, márvány, metaaplit és metapegmatit). A kvarc-földpátdús és amfibolos litológiákban egyaránt három szakaszú metamorf fejlődéstörténet különíthető el. Késői kataklázis nyomai igen elterjedtek a teljes kőzetoszlopban. Részletesen a milonitos gneiszek metamorf fejlődéstörténetét elemeztük.

A milonitos gneiszek sávos szerkezetet mutatnak, a csillámdús sávokat biotit, alárendelten muszkovit és disztén aggregátumok alkotják, helyenként deformált gránát porfiroklastokkal. A kvarcdús sávokban nagy káliföldpát porfiroklastok helyezkednek el helyenként apró, idioblasztos gránát kisérétében. Mikrotextúra elemzés alapján e fő ásványos alkotók képződése három fázisba sorolható.

-egy első, amfibolit fáciesű metamorf esemény során képződtek a nagy gránát és káliföldpát porfiroklastok és egy ásvány, melynek idioblasztos/ vagy erősen deformált formái csak muszkovit vagy tús, finomoszlopos disztén pszeudomorfózák alakjában rajzolódnak ki. Ezt az ásványt egykori andaluzitként értékeljük. Ez alapján az első metamorfózis alacsony nyomásviszonyokkal jellemezhető. E metamorf esemény datálása történt a durvakristályos gránát + földpát izokron meghatározásával, mely  $273 \pm 7$  M évnél adódott. Az egyéb elemzések (kilúgzott gránát és oldata), bár nem adtak teljes izokront, a velük együtt számolható összes kor **permi kristályosodási kort** adott. (242-287 M év).

-a második metamorf esemény szintén amfibolit fáciesű feltételek mellett, megnövekedett nyomás kíséretében ment végbe, s e folyamat során a kőzetoszlop nagy része erőteljes milonitosodást szenvedett, mely heterogén eloszlást mutat a rétegsorban. A kőzetek egy része megőrizte eredeti szövetét és gyenge átkristályosodást szenvedett, míg más részeket erőteljes átkristályosodással kísért milonitosodás ért. Az Algyői egységre annyira jellemző disztén aggregátumok és pszeudomorfózák e metamorf esemény során képződtek. E metamorf esemény datálása muszkovit szeparátumok felhasználásával történt (Ar/Ar módszeres elemzés). A hülési korokként értékelhető adatok  $95,2 \pm 1,8$  -  $58,4 \pm 1,3$  M év közötti intervallumban szórtak, **kréta** és részben **megfiatalodott kréta** eseményt tükrözve. Az eo-alpi kollíziós eseménnyel hozható kapcsolatba.

-a harmadik esemény lényegesen alacsonyabb hőmérsékletekkel, és jelentős fluidum jelenlétével jellemezhető, ez tette lehetővé az elterjedten mutatkozó retrográd folyamatok lezajlását. Ez a szakasz a zöldpala fácies feltételeinek felel meg, és az eo-alpi retrográd ágon bekövetkező, elhúzódó deformációval magyarázható, ami az **alsó terciér** időkbe is áthúzódott.

Az Algyői aljzat-kiemelkedésről megállapítottuk, hogy a korábbi tektonikai modellel ellentétben nem „core complexumot”, hanem alpi takarót képez, mert nagyrészt eo-alpi metamorfózist szenvedett kőzetek építik fel, melyek a környező variszkuszi egységekben teljesen hiányzanak. Ez a takaró az eo-alpi metamorf ciklus után vagy annak késő fázisában foglalhatott helyet. Mivel a legfiatalabb koradatok 58 M évig nyúlnak, a helyfoglalás az alsó terciérben következett be.

Ezt a metamorf takarót üledékes mezozóos képződmények fedik, melyek megtalálhatók részben az Algyői aljzat-kiemelkedéstől É-ra ismert variszkuszi elemeken is, tehát takaróként kerültek jelenlegi helyzetükbe.

A Felső Keletalpi takarórendszer Koralpe-Wölz takaró egysége a permotriász és eo-alpi metamorf események során jött szintén létre és különböző egységeiben elterjedtek az előzőekben ismertetett diszténes milonitosodott gneiszek (Disthenflasergneis). Ismertettük ezek fő jellegeit és összevetettük fejlődéstörténetüket a dorozsmai fúrásokból leírtakkal. A perm és kréta eseményekben a két területen számos hasonlóság mutatkozik, mely alapján feltételezhető, **hogy a két egység összefüggő övezetbe tartozhatott, amely a perm folyamán kéreg elvékonyodást, majd a kréta folyamán kéreg rövidülést szenvedett.**

3. *Kimutattuk, hogy Az Algyői aljzat-kiemelkedésről számos fúrásból, korábban karbonba sorolt breccsiák nem üledékes, hanem tektonikus eredetűek (kataklázitok).*

Az Algyői aljzat-kiemelkedés környezetének metamorf kőzeteit részben a Békés-Kodru egység andaluzitos metapelitjei építik fel, 318, 0+-3,6 - 321,2-2,1 M éves hülési korokkal. Magán a háton kréta felülbélyegzést szenvedett perm metamorfitek foglalnak helyet. Ezt az aljzatot részben mezozóos sorozatok fedik: alsó triász Werfen Formáció és középső triász Szegedi Dolomit Formáció, melyek a metamorf kőzeteken takaróként települnek. Számos fúrásban változatos vastagságú breccsa rétegek mutatkoztak a metamorf aljzat és a fedő mezozóos kőzetek, valamint miocén (bádeni) homokkövek között, melyeket litosztratigráfiai alapon a karbonba soroltak. Ez képezte korábban az alapját annak a megfontolásnak, hogy az alattuk elhelyezkedő metamorfitek variszkuszi korúak, illetőleg azért sorolták őket a karbonba, mert úgy gondolták, hogy ezek a breccsiák variszkuszi metamorfitokra települnek. Néhány centiméter vastagságú, finomszemcsés, sötét rétegek is települnek a breccsiákban, melyekből palinológiai feltárás is készült, azonban, -ellentétben a magyarországi karbon képződményekkel-palinológiai maradványt nem szolgáltattak.

A Szeged-7 sz. fúrás „breccsiáinak” vizsgálatával kimutattuk, hogy ezek a breccsiák, -vagy legalábbis jelentős részük nem üledékes kőzet, hanem alacsony hőmérsékleten, amfibolit fáciesű kőzetekből képződött kataklázit, jellegzetes S-C szerkezettel. Az eredeti kiindulási kőzet szögletes, sávosan változó litológiájú, változó szemnagyságú (10 cm-t elérő), tektonizált, nem orientált darabjai merülnek csillámdús matrixba, miközben az eredeti sávos litológia jól felismerhető: gneisz, kvarcit, csillámpala. Késői, sötétszürke hálózatos erecskek ultrakataklázitnak tekinthetők.

Ezek a breccsiák az alpi takarómozgások során keletkeztek a kiemelkedő kréta metamorfitekra előnyomuló triász üledékes takarók helyfoglalása során.

Hasonló szituáció a Keleti Alpokból is jól ismert, ahol számos, korábban karbonba sorolt képződményről mutatták ki, hogy azok valójában az alpi takarómozgások során létrejött kataklázitok.

#### 4. A Sarkadkeresztúri aljzat vizsgálata

Az Algyői hátságtól keletre Sarkadkeresztúr környékéről is ismert egy aljzat-kiemelkedés a Békés-Kodru egységben. Szeizmikus reflexiós adatok bonyolult takarós szerkezeteket mutattak ki a metamorf aljzat és az erősen deformált mezozoós egységek között. A metamorf aljzatot úgy értelmezték, hogy tengelyében gránitmagot és migmatitokat tartalmaz, melyet északról és délről gneisz, csillámpala és amfibolit gyűrűt zónája burkol.

Felmerült, hogy ezen a területen is jelen lehet a metamorf aljzatban alpi, vagy perm elem.

Az elérhető magminták alapján megállapítottuk, hogy a sarkadkeresztúri aljzat nagy részét kétföldpátú augengneisz, kevés paragneisz és csillámpala építi fel. Az egyes közettípusok közötti település nem ismert. A korábban leírt „gránit mag a metamorfítok központi részében” nem volt igazolható.

Az aljzat nagy részét felépítő kétföldpátú augengneisz relikv porfirós szerkezetet mutat (mikroklín és plagioklász blasztoporfirokkal, pertites illetve zónás szerkezettel). Számos mintán mutatkozott késői kataklázis. Muszkovit és biotit változó mennyiségben és arányban, szórtan, illetve palássági felületeket képezve mutatkozik az erősen átkristályosodott alapanyagban. Akcesszórius az allanit, cirkon, apatit, titanit, és gránát.

A kétföldpátú augengneisz szerkezeti és relikv ásványos jellegei alapján egykori magmás kőzetként értékelhető. Az eredeti magmás protolit geokémiai jellegeinek meghatározására teljes kémiai, nyom- és ritkaföld elemzések készültek. Megállapítottuk, hogy az egykori magmás kőzet S-típusú gránit (szienogranit) metaluminózus és peraluminózus jelleggel, szubalkáli affinitással és kalcium gránitos összetétellel. A ritkaföld spektrumot a könnyű ritkaföldek gyenge dúsulása jellemzi negatív Eu és Yb anomália mellett. A fő és nyomelem diszkriminációs diagramok alapján a tanulmányozott kőzetek szinkollíziós (kontinens-kontinens kollíziós) zónában képződtek. E magmás kőzetek képződési korára nincs adat.

A csillámpalák jellegzetes ásványa a biotit, muszkovit, staurolit és gránát. Egy fúrás (Sarkadkeresztúr-ÉNY-2/4) andaluzit tartalmú plagioklász gneiszet szolgáltatott. E kőzet durvakristályos, metamorf eredetű muszkovitjának elemzése az Ar/Ar módszerrel  $303,3 \pm 2,3$  M éves variszkuszi hűlési koradatot szolgáltatott, az egység egyéb andaluzitos metamorfítjaihoz hasonlóan ( pl. Mezőgyán –1/5 sz. fúrás).