

ÉRTEKEZÉSEK

Dunazúghegységi andezitek zárványai és magmatektonikai jelentőségük

LENGYEL ENDRE*

(I.- II-tábla)

Hazai eruptívumok zárvényaival kapcsolatban meglehetősen bőven áll adat rendelkezésünkre az irodalomban. Szerzőink főként közetani leírást nyújtanak, anélkül, hogy magmatektonikai jelentőségükkel foglalkoznának.

A Dunazúghegység andezitjeiben található idegen (exogén) kőzetzárványok sok érdekes mélyszerkezeti kérdésre adnak felvilágosítást. Zárványok jelenlétéről KOCH, SZABÓ, SCHAFARZIK, LENGYEL, SZÜCS MÁRIA tesz említést. A közel fekvő Szob andezitjeinek zárvényait SZÁDECZKY GYULA ismerteti. Más hegységek tűzeredesű kőzeteinek zárvényait több kutató vizsgálta. Jelen értekezésemben kizárólag a Dunazúghegység-i andezitek zárványainak vizsgálata képezi tanulmányozás tárgyát.

Zárványok megoszlása a Dunazúghegység területén.

Idegen eredetű kőzetzárvány minden andezittípusban található ugyan, de a savanyúbb, világosabbszínű andezitek lényegesen többet tartalmaznak. E jelenlét magyarázata abban rejlik, hogy a kovasavdúsabb, nyúlónfolyós magmatípusok a felfolyásuk útvonalaán letördelt kőzetdarabokat alacsonyabb hőmérsékletük és viszkozitásuk következtében teljesen beolvasztani nem tudták s e zárványdarabok eltérő színükkel a feltárások vagy kőfejtők kőzetfalain magukra vonják a figyelmet. A sötétárnyalatú, bázisos, piroxéndús andezitfajtákban, ha volt is idegen eredetű kőzetzárvány, a magasabb hőmérsékletű, folyékony magma nagy részüket már útvonalaán magába olvasztotta. Igen gyakran csak reszor eáltszelű roncsokban találjuk meg s közelálló, sötétebb színük miatt szabadszemmel nehezebben vehetők észre.

Az exogén zárványok egyik legtanulságosabb lelőhelye a pilisszentlászlói *Pálbükk*, melynek tetőrégióját fehéresszürke hiperszténes amfibolandezit alkotja. De bőven tartalmaznak zárványokat a hegység DNY-i peremén megjelenő gránátos biotitandezitek is. Általában az eruptívus terület bázisát alkotó, a kitorési sorrend elején megjelenő savanyúbb kőzeteket, biotit- és amfibolandeziteket, kísérik változatos kőzetzárványok (Nagy Somhegy, Lom-hegy, Ispán-hegy, Rózsa-hegy, Kapitány-hegy stb.).

A Pálbükk D-i oldalán nyitott kőfejtők feltárásaiban, melyek együtt 100 m-es kőzetvastagságot képviselnek, meglehetősen sűrűn helyezkednek el külső megjelenésre is eltérő, általában a bezáró kőzetnél sötétebb színű zárványdarabok. Felismerésüket és elrendeződésük tanulmányozását éppen ez teszi lehetővé. Átlag minden m²-re jut valaminő kőzetzárvány.

* Előadta a Magyar Tudományos Földtani Társulat 1951. február hó 21-én megtartott szakülésén.

KOCH a szentendrei Kapitány-hegy piroxénandezitjéből, SCHAFARZIK, SZÜCS M. pilismaróti kőzetekből írt le kordierites gnájsz-, homokkő- és amfibolit-zárványokat. SZÁDECZKY a szobi Sághegy andezitjében említ ugyancsak hasonló inklúziókat. LENGYEL Dunazúghegység-i és Tokaj környékéről származó kőzetekből ismertet részben endogén, részben exogén kőzetzárványokat.

Jelentőségükre először SCHAFARZIK utal, aki szerint eruptívus kőzetek zárványainak felismerése a kőzettan egyik főfeladata.

Származás szempontjából a kőzettani irodalom kétféle zárványt ismer, úgymint endogén, azaz magából a magmából eredő idősebb kristályosodási termékeket és idegen, a mellék- vagy határolókőzetekből leszakított, exogén zárványokat. Endogén zárvány úgyszólván minden kőzetet kísér, azzal petrokémiailag szorosan összefügg. Sokkal nagyobb érdeklődésre tarthatnak számot az exogén zárványok, melyek a litoszféra minden idősebb kőzettípusából eredhetnek.

Fiatalabb andezitek is mindig tartalmaznak zárványként idősebb kitérősekből származó kőzetanyagot s e tény a felszínrejutás sorrendjének megállapításánál játszik fontos szerepet. A Dunazúghegység-i piroxénandezitek az erupcióciklusok végén jelentek meg, mint a mélységi magmatűzhely legbázikusabb, differenciált termékei. Felnymulásuk már legtöbbször szabaddá vált, állandósult vulkáni csatornákon történt. A magma nagyobb mérvű erőfeszítésére már alig került sor. Hamarabb, gyorsabb ütemben jutott a felszínre, miként azt a recens lávákánál is figyelemmel kísérhetjük. A tapasztalat mégis azt bizonyítja, hogy tartalmaznak zárványokat, főként a földkéreg legmagasabb szintjeiből, az előző kitérősek mélyebben fekvő kőzeteiből. De a zárványok eloszlása ritkább, méretük kisebb, szabadszeggel nehezebben kísérhetők figyelemmel.

Más a helyzet a savanyúbb, viszkózus magmáknál. Növekvő belső súrlódásuk, gyorsíramú lehülésük következtében már viszonylag nagyobb mélységben nyúlónfolyóssá válnak, feljutásuk csak nagyobb fizikai erőfeszítések árán lehetséges, ennek megfelelően felnyomásuk lassúbb ütemű. Az érintkezésben álló kőzetekből kisebb-nagyobb darabokat letörnek, melyeket aztán termodinamikai adottságuknak megfelelőleg átalakítanak vagy többé-kevésbé magukba olvasztanak. A magma és idegen kőzetek érintkezésének és egymásra hatásának legszébb jelenségei ilyen magmatípusoknál észlelhetők.

Kőzettani vizsgálatok eredményei.

A zárványokat a kőzetek genetikai felosztásának sorrendjében ismertetem. A különböző lelőhelyekről begyűjtött kőzetzárványok több esetben azonosíthatók s az így kialakult csoportok rövid jellezését együtt nyújtom.

Eruptívumok. E csoportot gránitok, dioritok és peridotitok képviselik. A bezáró kőzet biotitamfibol- (Lepencepatak) és hiperszténamfibolandezit (Pálbükk).

Gránitok. Pálbükk-i és Lepencepatak-i zárványok között fordulnak elő. Kristályos szemcsések. Uralkodólag kvarc- és földpátból állanak; alárendelten kevés biotit- s egy-két muszkovit-foszlány jelenik meg. A földpát részben orthoklász, részben oligoklász-sorú plagioklász. Apatit-, zirkon-, parányi magnetit-szemek főként zárványként fordulnak elő. A földpátok agyagos-kaolinos bomlási terméke a kristályok belsejében zsúfolódott össze. A kvarc xenomorf s zárványdús.

A zárványok mérete 1—3 cm. Kőzetét 1 cm-es rezorpciós burok fogja körül, melynek külső felületén epidot-koszorú, kevés, apró amfiboloszlop és hiperszténkristály alkot sötét, zöldesszürke reakcióköpenyt.

A magashőmérsékletű magmával történt érintkezésnél részben hidroxil-tartalmú színes ásványok: amfibol, biotit; részben hidroxilmentes: hipersztén, epidot, gránátszemcse keletkezett. A rezorpció igen előrehaladt állapotban van, sokszor már fel is emésztette a bekebelezett zárványdarabokat.

Dioritok. Pilismarót, Pálbükk, Visegrád köfjétoinek zárványai tartoznak ide. Kristályos szemcsések. Egyik csoportban uralkodó két ásvány a *plagioklász* és *amfibol*. A labradorandezin- és labradorbytownit-sorú plagioklászok közel izometrikus szemek, az amfibolok hosszú, karcsú oszlopok. Érc, parányi magnetit-szemcsék alakjában, főként amfibolok kíséretében jelenik meg.

Az 1–2 cm hosszúságú zárványdarabok szintén erőteljes rezorpciónak estek áldozatul. A kontakt udvarban epidot- és zoizit-kristályok alkotnak összefüggő koszorút.

A bezáró kőzet biotitamfibol (Visegrád), hiperszténamfibol (Pálbükk) és piroxénandezit (Pilismarót).

A zárványok másik csoportja lényegében *amfibol* és *hipersztén* sűrű szövedéke, amelyet csak helyenként szakít meg oligoklász-sorú *plagioklász*. *Magnetit* zárványként jelenik meg a színes elegyrészek belsejében.

Az érintkezési sávban, mely 0.8 cm széles, sajátos, vörösbarna, gélserű anyag tölti ki az ásványok közti hézagokat. Közelebbi meghatározásnál *vas-hidroxid*-kocsonyának bizonyult. Minden jel arra vall, hogy az eredeti zárványdarabok víztartalmából képződött vízgőz a peremek felé vándorolt s ott a bezáró andezit magnetitjét limonittá alakította át. A pórusok belsejét zöldessárga klorit béleli. Kevés *zoizit* és *epidot* is megjelenik a kontaktudvarban.

Peridotit? A Pálbükk-i feltárások magasabb szintjében található sötétbarna-fekete zárványok, melyek uralkodólag *ércből* és alárendelten *plagioklász*ból (bytownit) állanak. Szövetük szemcsés, helyenként ofitos. A kivált hosszúkás földpátokat nagyobb magnetithalmazok zárják körül. Néha a nagyobb plagioklászok zsúfoltak orientáltan fekvő sötét, üvegszerű zárványokkal. *Olivin* csak szerpentinesedett roncsokban ismerhető fel.

Andezitek. Dunazúghegységünkben általános jelenség, hogy fiatalabb s egyben bázikusabb andezitek előző kitérés közeteit tartalmazzák zárványként. A tetőrégiókat felépítő hiperszténamfibol s a kitérés ciklust bezáró piroxénandezitek úgyszólván valamennyi idősebb kitérés kőzetéből ragadtak fel kisebb-nagyobb méretű darabokat. A legszembetűnőbb ezeknél, hogy kontaktudvar csak igen keskeny sávban jelentkezik vagy úgyszólván teljesen hiányzik. Ami a magma alacsonyabb hőmérsékének s főként ásványképzők hiányának jele. Kontakthatás csak olyan zárványokon észlelhető, melyeket vulkáni kürtők nagyobb mélységeiből szakított le a felnyomuló magma. Így a Bányahegy K-i oldalán levő feltárásban.

Üledékes kőzetek kontakt-metamorf termékei.

A zárványdarabok mérete cm-től ököl-, kivételesen gyermekfej nagyságig változik.

Kordierit-szírt. Szembetűnő jelenség, hogy a Dunazúghegység-i andezitek zárványainak túlnyomó része kordieritdús. Ez a tény amelltt szól, hogy az eredeti kőzet *agyag* vagy *agyappala* lehetett. Változó mértékű rezorpciójuk s nagyfokú átalakulásuk másodlagos termékekké azt igazolja, hogy anyaguk viszonylag nagyobb mélységből származik s rájuk még az ásványképzőkkel átítatott magas hőmérsékű magma hatott. Ennek következményeként a kőzetek Al_2O_3 -tartalma kontaktásványok egész sorává alakult. Kordierit, andaluzit, szillimanit, korund,

epidot, zoizit, spinellek, gránát, ritkábban wollastonit és vezuvián jelenik meg bennük, a peremeken andezitásványok kíséretében.

Valamennyi Dunazúghegység-i andezittípusban otthonosak, de a szomszédos Börzsöny (Szob, Sághegy) kőzeteiben is előfordulnak. Általános elterjedtségükből primér fekvőhelyeik közelálló mélységi viszonyaira is következtetést vonhatunk.

Az idetartozó zárványok uralkodó ásványa általában rövidoszlopos, széles bázislapú kristályokat alkot. Főként a zárványdarabok központi részében. Keresztmetszetben hatszögű, sejtszerű halmazokat alkot. Legtöbbször kettős vagy aragonittípusú ciklusos ikrek, 110 vagy 130 lap szerint. Kitűnően hasad 010 lap szerint. Optikai tengelysík párhuzamos a 100 lappal. $N_p \perp 001$ -re, a megnyúlás jellege negatív. Optikai tengelyszög nagy: 90° határán áll.

Színe kékes, szürkésfehér, sárgásfehér, néha barnásfehér. Pleokroizmusa gyengén észlelhető. Zárványként apró spinell, zirkon, apatit, izotrop üveg és nagyobb kordieritkristályokban foszlányos szélű szenes zárvány fordul elő. Libellás folyadékzárványt csak egyik N. Somhegyi zárványban észleltem.

A kordierit legtöbbször csoportokban, összefüggő halmazokban jelenik meg. Kíséretében andaluzit, szillimanit, kvarckristályok és ritkábban gránátszemcsék figyelhetők meg. Nagyobb, megnyúlt kristályok szétágazó kötegeket alkotnak.

Egyes Ágas-völgyi (Császár-völgy) vörösbarna zárványokban a finom szemcséjű kordierit-szövedékben andaluzit mellett sok *magnetit* halmozódott fel. Bomlási termékként narancssárga, szferolitos, hosszában pozitív anyag tölti ki a csoportos litofizákat.

Nagysomhegyi és Ágasvölgyi zárványokban néha a kordierit és andaluzit sávokban váltakozva rendeződött el, ami ismétlődő hőmérséklingadozásokra vall. Az andaluzit ugyanis viszonylag magasabb hőn képződik. A Pálbükki kordierit-szírt-zárványok túlnyomó része zöldes, kékes és barnasávós, palás szerkezetű, amiben a primér kőzet eredeti strukturája tükröződik. Igazolja a feltevést, hogy a kiinduló átalakult kőzet agyagpala volt.

A zárványok egy részét sötétbarna, néha zöldesszürke reakciókeret szegélyezi, melynek alkotásában párhuzamos sorokba rendeződő, szürkészöld, erős fénytörésű, ferde-elsötétedésű *klinozoizit*, sárgászöld zömökprizmás *epidot* vesz részt. A klinozoizit oszlopos kristályait 010 lap szerinti jó hasadás jellemzi. Optikai tengelysíkjuk párhuzamos a hasadással. $N_g \perp$ a 100-ra. Az optikai tengelysík \perp a 001 lapra. Színük szürkés vagy zöldesbarna, sárgás bomlási kerettel.

Egyes Pálbükk-i zárványok belsejében érkekeretes *amfibol*-kristályok is előfordulnak. Képződésük vízgőz- és nagy nyomás jelenlétére vall. Magasabb bányaszintek zárványaiban *diopszidos augit* jelenléte is megállapítható.

Kordierit-andaluzit-szírt. Az *andaluzit* mennyisége és szerkezeti megjelenése rendkívül változatos. A zárványok nagyrészében kordierittel együtt alakult ki, csikos-slíres összeszövődésben. Máskor a zárványok belsejében alkot nagyobb halmazokat vagy önálló, hosszúoszlopos kristályokat. A kordierittartalom néha 60–70%-ot is elér. Néha palásak, máskor nem. A túlnyomólag kordierittartalmúak a legkevésbé palásak. Az andaluzit oszlopkötegeket alkot. A megnyúlás karaktere — szemben a szillimanittal — negatív. Optikai tengelysík párhuzamos a 010-lappal. Optikai tengelyszög nagy.

Színe néha sárgás vagy vörhenyes, legtöbbször színtelen. A nagy (2 cm) kristályokban a szenes zárványok orientáltan fekszenek. Spinell, zirkon, apatit, rutiltűk és izotrop üvegzárványok figyelhetők meg. A kontakt udvarban plagioklász és hipersztén szövődik össze. A földpátok között kaolinos *ortoklász* is meg-

állapítható, albit-oligoklász-sorú plagioklászok mellett. *Kvarc* sorokban vagy halmazokban fordul elő.

Ágasvölgyi kordierit-andaluzit-szírtekben *wollastonit* is megjelenik. Magányos kritályait vagy kéttős ikreit kvarcmező fogja körül. A kritályok 100 vagy 001 szerint táblásak, kitűnő hasadási (100, 001) irányokkal. A megnyúlás jellege pozitív. Optikai tengelyszög kicsiny ($34-40^\circ$ körüli).

Szintelen. Peremeit néha kalcitburok fogja körül. Fénytörése magasabb a kvarcénál.

A kontakt ásványoknak zónális elrendeződése figyelhető meg kívülről-befelé haladólag: zoizit-, epidot-burok, majd dús kordierit-sávok után a zárványok belsejében biotit, plagioklász, kevés barna amfibolfoszlány következik. A *wollastonit* mindig a külső peremen jelenik meg kvarc- és kalcitdús környezetben.

Magas fénytörésű *korundszemcsék* elszórtan fordulnak elő a belső érintkezési zónákban. Halványkék színűk és igen gyöngye pleokroizmusuk is észlelhető.

Szillimanit a Nagysomhegy és Ágasvölgy andezitjeinek zárvényaiban fordul elő. Kéveszerű, szétágazó halmazokat alkot, bőséges kordierit kíséretében. Sárgás, barnásfehér. A rostok megnyúlási jellege pozitív. Optikai tengelysík párhuzamos a 010 szerinti hasadással. Helyenként fibrolitszerű szövedéket alkot. *SCHAFARZIK* ilyen nemezszerű megjelenést a pilismaróti zárvényban észlelt. *Pleonaszt* zöld szemcsékben, *zoizit* és *hipersztén* az érintkezési sávban fordul elő.

Kristályos mészkő és dolomit. A Dunazughegység-i zárványok másik nagy csoportját többé-kevésbé átkristályosodott mészkő és dolomit alkotja. A pilisszentlászlói Öreg-Paphegy, Pálbükki, pomázi Holdvilágárok és a dömösi Ágasvölgy andezitjeiben fordulnak elő.

Méretük különböző: < 1 mm-től 5 cm-ig minden nagyságban megtalálhatók. Túlnyomórészen szögletesek, de bázisosabb andezitekben legömbölyödtek s széleiken rezorbeáltak.

Shínük szürke, sárgászöld, fehér, rózsaszínű, sok átmeneti árnyalatban. Néha $\frac{1}{2}$ cm-es kontakt-udvar határolja.

Az eredeti karbonátkőzet szerkezetében átalakult. A kristályok a zárványok peremlein viszonylag nagyobbak. Általában izometrikus szemcsék. Idiomorf kifejlődésükhöz nem állott rendelkezésükre szabad tér, csak egyes üregek mentén, melybe belenöttek. A zárványok belseje egyöntetűen kalcitszemcsék halmazából áll, de szélesebb-keskenyebb érintkezési zónákban bőven találunk *epidotot*, labradorsorú *plagioklász*t, zömök *diopszid* kristályokat és ritkábban *wollastonit*-lemezeket. A pórusokat kibélelő kvarc utólagos beszívargás útján jutott a kőzetekbe. Helyenként ezekben, 20–30 μ -os, zezgúgos réstölteléként jelenik meg.

Agyagos szennyeződésük anyagából a Pálbükki-i zárványokban kordierit és andaluzit is megjelenik. A plagioklászok kaolinosan bomlottak, csak külső savanyúbb keretük üde. A bezáró hiperszténamfibolandezit amfibolkristály a kontakt udvarban epidottá és vasércé bomlott szét. Valószínűleg utólagos beszűremkedés útján kalcit járja át elsődleges ásványok repedéseit és üregeit.

A *wollastonit* 001 lap szerint táblás lemezeket alkot, melyeket 100 és 001 lap-menti hasadásvonalak szabdalnak szét.

Kvarc it. Ritkábban fordulnak elő a Nagysomhegy, visegrádi Nagy-villám és Pilisszentkereszt andezitjeiben. Fehér, lilásszürke vagy sárgásbarna kvarckristályok halmazából állanak. Az átlag 1–5 cm átmérőjű zárványokat néha $\frac{1}{2}$ cm-es világosabb, üvegűs, itt-ott mikrofelzites udvar szegélyezi.

Nagymértékű átkristályosodásuk mellett szól, hogy nagyobb mélységek kvarcdús homokkővét alakította át a magas hőmérsékletű magna. Legdurvábbszemű a pilisszentkereszti andezitek kvarcitzárványa, ami nyilván mélyebb szintből származik. Legömbölyödött alakjukból konglomerátra következtethetünk.

M e s z e s - h o m o k o s üledékre utalnak azok a sűrű, mikrogránitos szövetű zárványok, melyekben az uralkodó kvarchalmazok közeit kalcit tölti ki foltos-pásztás összefonódásban. A sok apró zoizit és haragoszöld *epidot* is sávokban helyezkedik el, főként a kontakt zónában.

SZÁDECZKY fekete agyagpala-zárványt is említ a szobi Sághegy andezitjéből. Nem lehetetlen, hogy ez kevésbé metamorfizált változata az eredeti idősebb agyagkőzetnek, mely erőteljesebb érintkezési hatások kapcsán a már ismertetett kordierit-andaluzit-szirtek anyagát szolgáltatta.

Kristályos palák

Aránylag kisméretű (0.5—2 cm) zárványdarabok, melyeket széles érintkezési udvar szegélyez. A magmatikus-rezorpciónak csaknem áldozatul esett zárványok egy része határozottan nagyobb mélységből felszakított gnájsz. Túlnyomó részük azonban anyaghozzájárulással átalakult üledék, főként agyag vagy agyagpala. Ez utóbbiak fokozottabb mértékben átkristályosodtak s bennük kordierit, korund, gránát keletkezett az adott kedvező termodinamikai viszonyok között.

A hegységből régebben ismertetett (SZABÓ, KOCH) kordierites, gnájsz-zárványok nem elsődleges kőzetek, hanem kontakt metamorfizált agyagdús üledékek. A palás szerkezetben az eredeti üledék lemezes strukturája tükröződik, amit az érintkezési ásványok zónális elrendeződése is kifejezettebbé tesz.

Gnájsz. Egyedül az Ágasvölgyi andezitek zárványaiban található, 0.5—1 cm-es, csaknem teljesen asszimilált kőzetdarab, ami közelebbi vizsgálatnál ortognájsznak bizonyult. A földpát részben *albitsorú* plagioklász, részben kaolino-sodott *ortoklász.* A biotit-foszlányok erősen kloritosodtak s a palásság síkjába rendeződtek el. A *kvarc* xenomorf szemcsékben hosszirányával a nyomásra merőlegesen helyezkedett el. Al-ásványokat, mint érintkezési termékeket, nem tartalmaznak.

Amfibolit és *csillámpala.* A Dunazughegység Ny-i szárnyának kőzeteiben található; zöldesfekete vagy barnásszürke zárványok. Uralkodólag biotitból, *amfibolból* és *plagioklászból* állanak. Kevés *érc,* főként a barna amfibolok belsejében jelenik meg. A *kvarc* szemek elszórtan fekszenek.

A Paprét andezitjéből származó zárványban az amfibol sűrű, nemezszerű szöveteket alkot. Kevés *biotit* is megállapítható. A földpát néha mikroklin-rácsos. Kevés *zirkon* a biotitban pleokroos-udvarral jelenik meg; *apatit* a földpátok belsejében fordul elő, amelyek nagymértékben szericitésedtek. A kontakt-udvarban apró kordierit is felismerhető.

A Pálbükk csillámpala-zárványában bőséges klorit jelenik meg. A szélek nagymértékben rezorbeálódtak. Az érintkezés sávjában zoizit és zöld *epidot* is előfordul.

Szaruszirt. Pálbükk és Pilismarót zárványai rendkívül sűrű szövetűek (0.1 mm-nél). A bőséges *kvarcon* és *plagioklász-földpáton* kívül nagyobb szemcsékben *epidot,* *zoizit* ismerhető fel, melyek főleg *érc* szemek közelében helyezkednek el. Az eredeti üledék homokos-agyag lehetett, amely csak rövid ideig állott érintkezési hatás alatt. A Lepence-patakmenti szaruszirtzárványok durvább-

szenűek és a kontakt-udvarban apró *kordierit*, átszőtt ikrekben *andaluzit* is megjelenik. Üregek belsejét néha *tridimit* béleli. Ellintve apró gránátszemeket is találunk.

Az érintkezési udvarok jellemzése

A Dunazúghegység andezitzárványainak köztetani áttekintése a kontakt-határok kialakulásának sok érdekes módozatára is fényt derít. A sávok méreteinek, anyagi és ásványos összetételének adatai végső fokon a magma termodinamikai hatóerejére s a leszakított kőzetfajták minőségére is rávilágítanak.

Kétségtelen, hogy zárványok különböző mélységből származnak s ennek megfelelően módosulnak a peremek kontaktusának kialakulási feltételei is. Hosszabb ideig tartó, magasabb hőmérsék melletti hatásnál a zárvány szélei foszlányosak, rojtozottak s anyaguk fokozatosan elkeveredik a bezáró andezitmagma anyagával. Az érintkezési ásványok kiképződései is ebben az anyagkeveredésben tükröződnek. Ha tehát kontakt-zóna kialakul, ez azt jelenti, hogy a magma rezorbeáll anyagot a bezárt idegen kőzetből s a kontakt ásványok változatai ezt az új összetételt képviselik. A hőenergia kívülről halad befelé s bizonyos késéssel követi az anyagvándorlást. Ezért találunk olyan zárványokat, melyeknek belsejében anyagi befolyásolás nem történt, csak a hőhatás következményei jelentkeznek, átkristályosodás alakjában.

A nagyobb mélységből felszakított kőzetdarabok (gránit, gnájsz, amfibolit stb.) sokszor csak roncsokban maradtak meg. Nagyrészüket már magába olvasztotta a felnyomuló magas hőmérsékletű magma. Az asszimiláció folyamatait, sok zárvány peremén lépésről-lépésre követhetjük: a szögletes daraboktól a foszlányos, sávosan elkeveredő részletekig, ahol már sokszor csak a reakciótermékekből következtethetünk a zárvány eredeti anyagára.

A felszín közeléből letördelt darabokat már nem, vagy alig kíséri érintkezési udvar, ami a magma hőmérsékének s a nyomásnak erős lecsökkenését s ásványi képzők hiányát is jelenti.

A magmák termodinamikai átalakító hatására legérzékenyebben az agyagdús és meszes-dolomitos üledékek reagáltak. Ezeknél a kontakthatás úgyszólván az egész zárványdarabra kiterjedt. Teljes metamorfózisukat az érintkezési ásványok egyenletes és változatos kifejlődése jellemzi. Ide sorolhatók a *kordierit*-és *andaluzit-szirtek* tagjai, valamint a gránátos sztomolitok is.

A legszembevetőbb reakciók a zárványdarabok peremén játszódnak le. E folyamatokban részben a magma, részben az idegen kőzetek reaktívált ásványképzői is részt vesznek. A körkörös elrendeződő biotit- és amfibolsorok az átalakító folyamatok magas hőmérsékletére, nagy nyomására és gáznemű alkotórészek jelenlétére vallanak. A kontakt-udvar gyakran többszörös burokból tevődik össze. E burkok a hőmérsék különböző fokozatait képviselik. Magasabb hőn epidot-, zoizitfajták, *kordierit*, *andaluzit*, szillimanit, gránát, majd hidroxil-tartalmú szilikátok, amfibolok és biotit kristályosodik ki. A zárványok víztartalma alacsonyabb hőn kloritok, szerpentinek és különösen az üregeket kitöltő vagy bélelő színes (sárga, zöld, barna, vörös) gélek alakjában nyer lekötést.

A zárványok magmatektonikai jelentősége.

A Dunazúghegység-i andezitek zárványainak vizsgálata nemcsak köztetanszempontról érdekes és tanulságos, hanem a mélységi, magmatektonikai viszonyok kiértékelésére is alkalmas és támpontokat nyújt.

1. Tudomást szerzünk zárványok révén a vulkánikus terület alatt fekvő földkéregrészt felépítéséről, a különböző képződmények szintbeli elhelyezkedéséről s a magmaaktivitás méreteiről.

Nagyobb feltárások zárványai — tapasztalat szerint — fordított sorrendben helyezkednek el a felszínre ömlött lávatömegekben. A legfelső szintek kőzetét a feltárások alján találjuk meg s legfelül foglalnak helyet a legmélyebb szintekből leszakított zárványdarabok, melyeket a kitörések utolsó fázisát jelző lávaömlések dinamikai ereje emelt a magasba.

Andezitjeinkben úgyszólván valamennyi mélységi formáció kőzetét megtaláljuk, a gránittól és kristályos paláktól az oligocén emelet üledékcsoportjáig.

Utóbbi mélyfúrásaink az Alföld peremén több helyen kristályos palákat, mészkövet, agyagpalát, homokkövet, konglomerátumot (11) ütöttek meg, különböző mélységekben. Ez összhangzásban áll a Dunazúghegység alatt elhelyezkedő kéregrészt kőzettani felépítésével is. A zárványok túlnyomó részének agyagpalára és mészkő-dolomitra utaló anyagi és ásványos összetétele azt a feltevést erősíti meg, hogy az eruptívus terület mélyebbszínti talapzatát az őshegységre települt mezoos és paleogén üledékek alkotják. Az a tény, hogy a zárványok nagy részén csak peremi kontakthatás észlelhető, anyagi hozzájárulás nélkül, amellett szól, hogy nem származnak túl nagy mélységből, illetőleg, hogy csak azok a letördelt idegen kőzetdarabok maradtak meg, melyeknek teljes beolvasztására és áthasonítására az adott mélységi viszonyok miatt, nem kerülhetett sor. Minden mélyebbről származó zárvány anyaga elvegyült a nagyaktivitású magma olvasztótégelyében és minden magasabb szintből eredő kőzetzárványon csak kismértékű kontakthatás vagy annak teljes hiánya észlelhető.

A kőzetekben szereplő zárványok tehát bizonyos magnabeli energia-intervallumot képviselnek, amelyen felül fizikailag eltűnnek s amelyen alul, szinte átalakulás nélkül, maradnak fenn.

A kontaktásványok mindig a mélységek termodinamikai függvényeként jelentkező törvényszerűségek szerint alakulnak ki: a vízmentes vagy hidroxiltartalmú szilikátok képződésénél kapcsolódó elemek térigénye s a magma hidroxiltartalma is döntő szerepet játszik. Ez határozza meg a gránát, biotit, amfibol vagy az Al-ásványok közül kordierit-andaluzit-szillimanit, korund, továbbá epidot- és zoizitváltozatok megjelenését, arányát és sorrendjét.

2. A zárványok peremén észlelhető kontakthatások s ezzel összefüggő rezorpciós tünetek alapján megállapítható a beolvasztás mértéke s ebből a felnyomuló magma hőmérsékére is következtetés vonható.

A felületre ömlő lávák hőmérsékét igen sok esetben megmérték már. A Vezuvé átlag 1040—1120°, Etnáé 1063—1232°, Vulkanellóé 1800°, Strombolié 1207°, Krakataué 880° C. Ha feltesszük, hogy a lávák átlagos felszíni hője 1000—1200° C, következik, hogy nagyobb mélységben jóval magasabb. A bazaltzóna hőmérsékletét bizonyos megfontolások alapján 2000°-ra értékelik. A felnyomuló magma a hideg kéregfallal történő érintkezésnél, különösen a felszín közelében hűl le rohamosan, de így is megmarad 1200° C határán. Az órszentmiklósi, városligeti mélyfúrások adatai szerint a triász alaphegység átlag 900—1000 m mélységre zökkent. Ha tudjuk, hogy pl. a kalcit 1000 atm. nyomáson már 1340°

C-on megolvad s a kordierit-szillimanit-andaluzit 1400—1500°-on kiválik, akkor feltehető, hogy a magma 1000 m-es mélységben, több ezer atmoszféra nyomáson még mindig 1400—1500° C hőmérséklettel rendelkezett. A felszínre törekvő magma, víztartalmú kőzetek között, 3—400°-t hűl le, vagyis 100 m-enként átlag 30—40 fokot. 1000 m körüli mélységben még megvolt tehát termodinamikai adottsága ahoz, hogy az alaphegység kőzeteiből kisebb-nagyobb darabokat anyaghozjárulás útján vagy anélkül, pusztán hőhatásával átalakítson, esetleg többé-kevésbé asszimiláljon. Beolvasztó ereje függ természetesen tömegétől, adott eredeti hőjétől, az uralkodó nyomásviszonyoktól s az érintett idegen kőzetek minőségétől és hőmérsékétől.

A megvizsgált zárványok azt igazolják, hogy a magma ebben az átlag 1000 m-es mélységben már nem mindig volt képes teljes beolvasztásra, csak metamorfizáló ereje maradt meg, a mélységviszonyoknak megfelelő asszimilációs tényezők függvényeként. A felszín közeléből származó zárványokon már a kontakt hatás is hiányzik. A több ezer méteres mélységben bekebelezett kőzetdarabokat viszont teljesen magába olvasztotta.

Sok függ a magmák kovásv- és gáztartalmától. Bázikus magmák jóval 1000° alatt a felszínen még folyékonyak, viszont savanyúak már 1200°-on viszkózusak, nyúlónfolyósak. Viszonylag savanyúbb magmák hajlamosabbak zárványfelvételre s erős belső súrlódásuk s alacsonyabb hőmérsékük miatt képtelenek a leszakított zárványok áthasonítására. Ezért találunk aránylag több zárványt a Pálbükk-i világos amfibolandezitben, mint a sötét piroxénandezitekben.

3. A rezorpció fokozataiból a zárványként szereplő kőzet fekvőhelyének mélységére, valamint a magmafelyomulás ütemére is következtetést vonhatunk. Lassan felható magma hosszabb ideig áll kapcsolatban a beolvasztandó kőzetdarabbal s mélységi energiakészletével beolvasztani képes. Későbbi kitérések anyaga már előkészített úton halad felfelé, nincs szüksége a feljutáshoz nagy erőfeszítésre, tehát viszonylag gyorsan, peremi kontaktmetamorfizmus árán felszínre jut a magnába hullott zárványdarab.

A Dunázúghegység először felszínre ömlött savanyú, gránátos biotit, valamint biotitamfibolandezitjei aránytalanul több zárványt tartalmaznak, mint a későbbi piroxénandezitek. A csaknem teljesen asszimilált kristályospala és gránitzárványok a magma 1500° C-nál magasabb hőmérsékére, tehát 1000 m-nél nagyobb mélységére utalnak, ahol adott fizikokémiai viszonyok között még a földpátot, kvarcot is beolvasztani képesek.

4. Azonos kőzetzárványok megközelítőleg azonos mélységből jutottak a mozgó magmába, amit igazol a szegélyek átalakulásának hasonló mértéke is. Ha azonos kőzetzárványokon eltérő kontakt jelenségeket figyelhetünk meg intenzitás szempontjából, akkor a jobban átalakultak viszonylag nagyobb mélységből jutottak a magmába, mint a kevésbé átalakultak. Tehát a kőzetkomplexum vastagságáról is képet nyújtanak.

Feltűnő, hogy a Pálbükk-i kőbánya nagy feltárásában a kordierit- és andaluzit-zárványok közel azonos szintben helyezkednek el. Alattuk csupa mészkő-dolomit, felettük kristályos-palazárványok foglalnak helyet, amelyek jóval kisebb méretűek, néha csak elmosódó peremű roncsokban található meg.

100—200 m-es vastagságnak megfelelő 40—80°-os hőmérsékülönbség lényegesen mélyebbreható változást fog előidézni, azonos kőzetdarabok perein is. A mélység arányos a beolvasztási folyamatok idejével, tehát a felnyomulás ütemével s a magmának e szintben rendelkezésre álló termodinamikai hatásfokával.

5. Nagyobb feltárások zárványainak elhelyezkedéséből a mély szerkezeti felépítés is kiértékelhető. A Dunazúghegység és Börzsöny szinte egyező zárványminősége kétségtelenül amellet szól, hogy a mélyszerkezeti viszonyok azonosak vagy legalább is közelállók. A neogén és paleogén üledékcsoport alatt a mezozoikum jelentkezik mészkő-dolomit-pala-homokkőzárványai-val, mélyebb szintben pedig kristályos palákból, intruzív kőzetekből álló őshegység foglal helyet.

6. A kontakt udvarok tüzetesebb minőségi és mennyiségi vizsgálatából következtetés vonható bizonyos mélységi vegyi folyamatokra s a magmatikus gőzök és gázok szerepére.

A zárványokból kiűzött gázok sok esetben likacsossá változtatják az érintkezés sávjait s különböző reakciótermékek jönnek létre, melyek a keletkezett üregeket bélelik vagy kitöltik. A Dunazúghegység-i zárványvizsgálatok azt a feltevést teszik valószínűvé, hogy a letördelt kőzetdarabok nem származhatnak korlátlan, hanem csak bizonyos, szűkebb határok közötti mélységből, ahol a magma hőmérséke 2000° C alá csökkent. Ez a hőhatás s az ennek megfelelő 1500—1000 m-es mélység alkalmas kontakthatások előidézésére is. Ott, ahol optimális hő- és nyomásviszonyok s krisztallizátorok vannak együtt. A felszín közelében egyrészt a magmatikus gázok elvesztése, másrészt a hideg kőzetfalak víztartalmának abszorpciója a magma rohamos lehülésére vezet s csak fizikai hatása érvényesül. E magasságban kontakt-udvar már nem képződik.

7. Minél fiatalabb valamely kiömlési kőzet, annál többféle zárványt tartalmazhat. A Dunazúghegység hi pers z t é n a m f i b o l - a n d e z i t j e i emelkednek ki e szempontból, amelyek már előző kitérősek kőzetdarabjait is mindig tartalmazták.

Általános jellegű következtetésekre csak ott nyerhetünk kellő számú támpontot, ahol — mint a Dunazúghegység mély patakmedreiben is — a hegységet úgyszólván talapzatáig feltárták az eroziós folyamatok.

A zárványfajták megoszlásának tanulmányozása arra az érdekes eredményre vezetett, hogy a hegység Ny-i peremén mészkő-dolomitra utaló kontakt-termékek, tufákban alig átalakult mészkő- és dolomitzárványok uralkodnak, de megjelennek alárendelten, különösen a magasabb színtekben kristályospalák és mélységi kőzetek darabjai is.

A központi területen, Pilisszentlászló—Dömös—Pilismarót háromszögében s folytatódólag a Börzsönyben kordierit-andaluzitidús szaruszírtek veszik át a vezető szerepet, kevésbbé átalakult agyagos kőzetekkel.

A K-i és DK-i peremek andezitjeiben feltűnő sok a homokkő, konglomerátumzárvány, illetőleg az ezek átalakulása révén képződött kvarcit. Alárendelten agyag és márga is megjelenik, legtöbbször rezorbeált szélű roncsokban.

Irodalom.

1. KOCH ANTAL: A Dunai trachytcsoport jobbparti részének földtani leírása. M. Tud. Akad. Math. és Term. tud. oszt. kiadványa. 1887. — 2. SZABÓ JÓZSEF: Típuskeveredések a Dunai trachytcsoportban. F. K. XXIV. Budapest, 1894. — 3. SZÁDECZKY GYULA: A szobi Ság-hegy andezitjének kőzetzárványai. F. K.

XX. Budapest, 1895. — 4. SCHAFARZIK FERENC: Trachytjaink néhány ritkább zárványáról. F. K. XIX. Budapest, 1919. — 5. SCHAFARZIK—VENDL: Geológiai kirándulások Budapest környékén. Budapest, 1929. — 6. LENGYEL ENDRE: Adatok az Apátkut-i völgy andezites közetének petrográfiai ismeretéhez. Szeged, 1923. — LENGYEL ENDRE: Andesittypen aus der Szentendre—Visegráder Berggruppe. Tschermaks Min. u. Petr. Mitt. Bd. 36. H 5—6, Wien, 1925. — 8. LENGYEL ENDRE: Petrogenetikai megfigyelések Pilisszentlászló-környéki andeziteken. F. K. Budapest, 1926. — 9. SZÜCS MÁRIA: Die petrographischen Verhältnisse der Umgebung von Dömös. Acta. T. IV. Szeged, 1935. — 10. SZÜCS MÁRIA: Adatok Pilismarót környékének közettani ismeretéhez. F. K. Budapest, 1937. — 11. SZUROVY GÉZA: A Nagy Magyar Alföld földtörténeti és hegyszerkezeti vázlata. F. K. LXXVIII. Budapest, 1948.

Вкрапленники андезитов из гор Дунауг

3. Лендел

Автор излагает свои петрографические исследования произведенные на андезитах района гор Дунауг. Вкрапленники андезитов можно разделить на 3 группы: изверженные, седиментарные и метаморфизированные. Размеры и характер контактового дворца покажет нам термодинамическую силу поднимающейся магмы. С помощью вкрапленников возможно представить себе петрографическое строение части земной коры, находящейся под данным зруптивным районом. Глубокие бурения подтверждали эти представления. Богатые в кремнекислоты андезиты содержат больше вкрапленников чем основные. Различные степени расплавления вкрапленников говорят о глубинных обстановках, темпах подъема, о роли магматических газов и т. д.

Inclusions des andésites des monts de la boucle du Danube et leur signification magmatectonique

par ENDRE LENGYEL

Les inclusions des massés effusives de la Hongrie ont fait l'objet de l'étude de plusieurs auteurs. L'auteur de cette étude s'occupe, outre la description pétrographique des diverses inclusions de la montagne de Szentendre—Visegrád, aussi de la mise en valeur de leur signification magmatectonique.

La montée des laves acides exige un effort considérable à cause de leur grande viscosité. Elles détachent des pièces plus ou moins grandes des roches avec lesquelles elles entrent en contact, elles les transforment ensuite selon leurs conditions thermodynamiques, ou elles les absorbent plus ou moins par la fonte. C'est pourquoi les inclusions sont plus fréquents dans les roches des magmas acides, que dans celles des magmas basiques.

Les inclusions viennent de profondeurs variables et par conséquent elles sont formées en partie par des roches éruptives, en partie par des schistes cristallins et des roches sédimentaires. L'abondance des sédiments argileux métamorphosés riches en cordiérite — andaluzite — sillimanite est frappant.

L'énergie thermique pénètre du dehors au dedans et la transformation de la matière, ainsi que l'action réciproque des composés avoisinants, la suivent avec un certain retard. Les dimensions et la composition des aires de contact se forment selon les lois de la thermodynamique. Les fragments de roches provenant d'une grande profondeur (granit, gneiss, amfibolites) sont bordés d'une ceinture de contact large et, souvent, ils ne sont conservés qu'en fragments. Dans d'autres cas les produits de la réaction s'entrelacent dans toute la masse de l'in-

clusion. L'effet transformant des magmas se voit surtout sur les sédiments riches en argile et les sédiments calcaires-dolomitiques.

Les inclusions nous renseignent sur la construction de la partie de l'écorce terrestre située en dessous du terrain volcanique, sur la différenciation en horizons des diverses formations, ainsi que sur le degré de l'activité du magma.

L'on trouve les roches des horizons supérieurs au bas des ravins sillonnant la montagne ; les inclusions arrachées des horizons les plus profonds, qu'a soulevées la force dynamique des dernières effusions paroxysmales, se placent tout en haut.

Au point de vue pétrographique les inclusions concordent avec les données des derniers sondages profonds et avec la construction de la partie de l'écorce terrestre du voisinage.

Aux bords des inclusions on trouve toute une série de minéraux de contact. Lors de la formation de silicates anhydres ou hydratés la teneur en hydroxyle du magma joue aussi un rôle décisif, de même que les exigences spatiales des éléments en jeu. Les effets de contact et les phénomènes de résorption, observables aux bords, nous renseignent sur l'intensité de la fonte, ce qui permet des conclusions concernant la température du magma ascendant.

Un magma qui monte lentement reste plus longtemps en contact avec le fragment de roche arraché, qu'un magma qui monte rapidement. Ainsi les degrés de la résorption et de l'assimilation nous permettent de conclure à l'allure de la montée du magma. Les fragments identiques sont parvenus dans le magma dans une profondeur identique, cela est confirmé aussi par la formation identique des zones de contact. Une aire de contact différente indique des situations différentes de profondeur de la même roche.

Les gaz expulsés des inclusions rendent souvent poreuses les bandes de contact, dans lesquelles les cavités sont doublées de différents produits de réaction. Près de la surface le magma se refroidit rapidement, d'une part à cause de la perte de ses constituants volatils, d'autre part par l'adsorption de l'eau des parois des roches froides, et ainsi seul son effet physique se manifeste. Il ne se forme pas d'aire de contact.

Plus une masse effusive est jeune, plus elle peut contenir d'espèces d'inclusions. L'on ne peut arriver à une conclusion générale que là où l'érosion a découvert la montagne jusqu'à sa base en beaucoup d'endroits, comme c'est le cas aussi dans la montagne de Szentendre—Visegrád.