

Szénhidrogén-tartalmú paleofluidum-migráció nyomainak rekonstrukciója az Alföld kristályos aljzatában, a Szeghalom-dóm területén.

1. Az értekezés előzményei és célja

A Pannon-medence DK-i szektorának jelentős részét a Békési-medence alkotja, amelyet paleozóos korú magmás és metamorf kőzetekből felépülő, eltemetett aljzat-kiemelkedések határolnak. A medencét helyenként 6000 métert meghaladó vastagságú, üledékes képződmények borítják, amelyek képződése a Pannon-medence alsó-miocénben kezdődő, többfázisú süllyedésével indult meg (ROYDEN, 1988; TARI ÉS TÁRSAI, 1999). A Szeghalom-dóm (SzD) a Békési-medence északi peremén elhelyezkedő legnagyobb méretű, közel 100 mélyfúrás által feltárt aljzat-kiemelkedés. A dómot túlnyomó részben gneiszek és amfibolit alkotják, amelyek komplex metamorf fejlődéstörténettel és rendkívül sokszínű kiindulási kőzetekkel jellemezhetők (M. TÓTH, 1994; M. TÓTH ÉS TÁRSAI, 2000). A Pannon-medencét ért meglehetősen összetett, neogén szerkezetalakulás (TARI ÉS TÁRSAI, 1992; D. LŐRINCZ, 1996; ALBU ÉS PÁPA, 1999) főleg töréses deformációt előidézve markáns, meredek repedés-rendszert alakított ki a dóm kőzeteiben. JUHÁSZ ÉS TÁRSAI (2002) a repedéseket utólagosan kitöltő ásvány-szekvencia ásványkémiail, stabil izotópos és mikrotermometriai vizsgálataival felvázolták a dóm neogén során zajlott vertikális mozgásait. A repedésekben megjelenő első, jelentős mennyiségű ásvány fázist víztiszta, idiomorf kvarc kristályok alkotják, amelyekből JUHÁSZ ÉS TÁRSAI (2002) folyékony szénhidrogén-tartalmú fluidum-zárványokat írtak le.

Témavezetőmmel, M. Tóth Tivadarral a dolgozat céljával e kvarc fázis elterjedésének, képződési körülményeinek pontosítását, a CH-tartalmú flui-

dum-zárvány együttesek lehatárolását, az azonos- és eltérő fluidum típusok térbeli megjelenésének tisztázását tűztük ki célul.

2. Vizsgálati módszerek

A repedéskitöltő kvarc fázis elterjedésének lehatárolása érdekében valamennyi, a SzD területén a metamorf kristályos aljzatot elért mélyfúrás - jelenleg fellelhető - maganyagát átvizsgáltam. A vékony- és vastagsziszolatok a SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékén illetve a leobeni Montanuniversität Ásvány- és Kőzettani Tanszékén készültek.

A földkéreg felső zónáiban a kvarc rendkívüli gyakorisága, illetve stabil (nem hasadó) kristályszerkezete folytán a fluidum-zárványok megőrzése és vizsgálata szempontjából a legideálisabb ásvány (SHEPHERD ÉS TÁRSAI, 1985). CH-tartalmú fluidum és vizes oldatok egyidejű bezáródása esetén a vizes zárványok homogenizációs hőmérséklete felhasználható (elsődleges zárványok esetén) a kvarc kiválás hőmérsékletének meghatározására (MUNZ, 2001). Ennek érdekében a kvarc kristályokból készített mintákban a szénhidrogén-tartalmú zárványokkal kogenetikus vizes zárvány-együtteseket kerestem.

A szénhidrogén-tartalmú zárványok csapdázta fluidum kvalitatív/pszeudokvalitatív összetételének meghatározása érdekében az előzetes petrográfiai leírást követően a mintákat közvetett (2.1.) illetve közvetlen (2.2.) módszerekkel vizsgáltam. Az egymást követő növekedési zónák CH_L-tartalmú zárvány-együtteseinek elkülönítését UV-fluoreszcens spektrumaik felvételével illetve az azokból származtatható paraméter-értékek összevetésével végeztem (HAGEMANN ÉS HOLLERBACH, 1985; STASIUK ÉS SNOWDON, 1997).

2.1. Közvetett módszerek

A közvetett vizsgálatok során a zárványokban bezárt fluidum kiszabadítása nélkül igyekeztem információt szerezni a bezáródás körülményeiről illetve a bezárt fluidum összetételéről. Az alábbi közvetett vizsgálati módszereket alkalmaztam:

- mikrotermometria
- Raman-spektroszkópia
- mikro-UV-fluoreszcens-spektroszkópia
- ^1H -MAS-NMR-spektroszkópia

2.2. Közvetlen módszerek

A közvetlen vizsgálatokat megelőzően a fluidum-zárványokban bezárt rendkívül kis (μL) mennyiségű fluidum kiszabadítása szükséges, amit a minták fűtése révén bekövetkező dekrepitációval értem el. Ennek hátránya, hogy a szénhidrogén komponensek a fűtés hatására degradációt szenvedhetnek. A bezárt fluidum közvetlen vizsgálatát tovább nehezíti, hogy a feltárás során a különböző zárvány generációk által csapdázott fluidumok keverednek. Ezt elkerülendő, tömegspektrométer mintaterében, programozott fűtéssel nyitottam fel a vizsgált minták fluidum-zárványait, majd a kiszabaduló anyagmennyiség (ionáram) detektálásával az adott időpontban felnyíló zárvány tömegspektrumát rögzítettem. A dolgozat elkészítése során az alábbi közvetlen módszereket alkalmaztam:

- gázkromatográfia
- tömegspektrometria

3. Új tudományos eredmények

1. A metamorf kőzetek repedéseiben megjelenő, fennőtt kvarc kristályokat a SzD területén 12 fúrásban találtam (Szeghalom (Sz)-Nyugat-3., Sz-Észak-2. és -11., Sz-2., -11., -12., -20., -43., -110., -167., -176., -180. sz. fúrás). A kvarc kristályokat befoglaló repedések minden esetben meredek dőlésűek (70-90°).
2. A SzD északi előterében mélyült Sz-É-2. és -11. sz. fúrások a mezo- és mikroszerkezeti bélyegek alapján egy plasztikus nyírási zónát tárnak fel, amely az M. TÓTH ÉS ZACHAR (2003) által leírt „Dévai ortogneisz” képződeményeit érintette. A növekvő mélységgel csökkenő szemcseméret, a jellegzetes aszimmetrikus mikroszerkezeti bélyegek (burkolt porfiroklastok, csillámhalak) valamint a jól fejlett extenziós krenulációs klivázs megjelenése milonitos zóna működését sugallja. A kvarc fázist követő kalcitban megjelenő másodlagos, vizes fluidum-zárványok 200 °C feletti homogenizációs hőmérséklete, a CH_L-tartalmú fluidum-zárványok hiánya a repedéskitöltő ásványok - a SzD-on tapasztaltaktól eltérő - képződési körülményeit sejtetik. Mindezek alapján a vizsgált mintákban a JUHÁSZ ÉS TÁRSAI (2002) által a SzD repedésrendszeréből leírt (CH_L-tartalmú) kvarccementáció a dóm északi előterében nem érezte hatását.
3. A Sz-Ny-3. sz. fúrás repedéskitöltő ásványszekvenciája hasonló a JUHÁSZ ÉS TÁRSAI (2002) által a dóm központi részéről leírtakkal. A kvarc fázis kiválása - a nagyszámú növekedési zónák tanúsága szerint - több fázisban zajlott. Az elsődleges és pszeudo-elsődleges fluidum-zárvány együttesek dominánsan vizet tartalmazó folyadék illetve metán-tartalmú gáz fázisból állnak. A kvarckiválás 130 °C körüli hőmérséklete megegyezik a dóm többi fúrásában megfigyelttel; a zárványok e fúrásban azonban nem tartalmaznak CH_L fázist. A

kvarcot követő második karbonát fázis (kalcitII) elsődleges fluidum-zárványai a dómon eddig nem ismert magas hőmérsékletű ($T_{\text{hom}}=74-106$ °C) karbonát-cementációra utalnak. Mindezek alapján a Sz-Ny-3. sz. fúrás repedéskitöltő ásvány-szekvenciája több szempontból eltér a dóm központi területén megfigyeltektől.

A SzD CH_L fázist tartalmazó kvarc kristályai (a Sz-43. és -110. sz. fúrások kivételével) több generációban váltak ki, a növekedési zónák mentén elsődleges eredetű, szénhidrogén- illetve „vizes” fluidumot csapdázott fluidum-zárványokat bezárva. A „vizes” zárványok mérete és mennyisége nagyságrendekkel kisebb, mint a CH_L-tartalmú zárványoké, eloszlásuk pedig rendkívül egyenlőtlen, ami megnehezíti a fúrások között a kvarckiválás hőmérsékletének összehasonlítását. A mikrotermometriai vizsgálatokra alkalmas „vizes” zárványok homogenizációs hőmérséklete alapján a dóm területén a szénhidrogén-tartalmú fluidumból kiváló kvarc kristályok képződése ~130 °C hőmérsékleten történt.

A dóm északi lejtőjén települt Sz-11. és -167. sz. fúrásokból előkerült kvarc kristályok színükben, habitusukban eltérnek a délebbre fekvő fúrásokból előkerültekkel. A Sz-11. sz. fúrás CH_L-tartalmú fluidum-zárványai UV-fluoreszcens paramétereik alapján a SzD-on egyedülállóan éretlen és/vagy degradálódott fluidumot csapdáztak, több növekedési zónában. A legfiatalabb (másodlagos) CH_L-tartalmú fluidum képviseli a fúrásból előkerült legérettebb/legkevésbé degradálódott típust. A Sz-11. sz. fúrás mintáiban tapasztal nehezebb molekulatömegű komponensek - többi CH típushoz viszonyított - előfordulását a tömegspektrometriás vizsgálatok is alátámasztják. A Sz-167. sz. fúrás mintáiban - a CH_L minőségének tekintetében - nincs különbség az egyes növekedési zónák között. A bezárt fluidum a Sz-

11. sz. fúrásból előkerülteknel magasabb érettséget/alacsonyabb degradációt mutat.
6. Az aljzat-kiemelkedés központi régiójában mélyült 5 fúrásból változó folyadék/gáz aránnyal jellemezhető, szintelen CH_L és $\text{CH}_{\text{gáz}}$ fázisokat tartalmazó, elsődleges fluidum-zárványokat különítettem el (*180. típus*). A Sz-2., -12. és -176. sz. fúrásokban e típus a fluidum szekvenciában jól meghatározható helyzetben, a kvarc cementáció késői stádiumában jelenik meg, míg a Sz-180. és -20. sz. fúrásokban kizárólag a *180. típus* jelenléte mutatható ki. Megjelenésével párhuzamosan a kogenetikus vizes zárványokban a sótartalom csökkenését mutattam ki (6,3→1,2 wt% NaCl_{eq}). A *180. típusú* fluidum szintelen folyadék fázisának alacsony hőmérsékletű $L_1+L_2+V \rightarrow L+V$ típusú, részleges homogenizációja, az alacsony hullámhosszon jelentkező fluoreszcens emisszió illetve a Raman- és ^1H -MAS-NMR-spektroszkópiai vizsgálatok alapján a bezárt fluidumot kondenzátum típusúnak tartom. A változó folyadék/gáz arány alapján a bezáródás a kritikus pont közelében történt.
7. A Sz-2., -12. és -176. sz. fúrások korai növekedési zónái barna színű folyadék dominanciájával jellemezhető fluidum-zárványokat tartalmaznak, amelyek UV-fluoreszcens paramétereik alapján azonos érettségű CH_L fluidumot tartalmaznak, amely köztes típust képvisel a Sz-11. és -167. típusok illetve a *180. típusú* fluidum között.
8. A Sz-2., -167. és -180. sz. minták ^1H -MAS-NMR-spektroszkópiai vizsgálata alapján az átlagos CH_2/CH_3 arány és a metántartalom értékei a Sz-2. sz. fúrás esetében a két másik fúrás mintáiból kapott értékek közé esik, azaz feltételezhető a két, markánsan eltérő fluidum keveredése.
9. A CH_L -tartalmú zárványokkal kogenetikus, elsődleges, „vizes” zárványok homogenizációs- és végső jég oladási hőmérséklete illetve a különböző kő-

olaj-tartalmú zárvány generációk UV-fluoreszcens paramétereit alapján módosítottam a JUHÁSZ ÉS TÁRSAI (2002) által szerkesztett fluidum-migrációs modellt.

10. A dóm központi területén az egyes CH_L típusok markánsan eltérő elterjedési zónáit sikerült lehatárolnom.

Az eredmények alkalmazásának lehetőségei

A dolgozat tárgyát képző szénhidrogén-tartalmú fluidum előfordulását eddig nem említették a SzD-ról, aminek oka a képződött CH-tartalmú fluidum rendkívül kis mennyisége vagy teljes degradációja lehet. Ezekon kívül nem kizárt annak lehetősége, hogy a felhalmozódás a repedezett, kristályos aljzat azon részein történt, amely eddig nem került a szénhidrogén-kutatás nézőterébe.

Az ismertetett módszerek kivétel nélkül alkalmazhatók - a repedezett tározók kutatásán kívül - a üledékes kőzetek cementjében bezáródott (CH) fluidum-zárványok vizsgálata során is. Jóllehet számos jelentés, publikáció készült karbonátos cementben bezáródott kőolaj zárványok fluidum-migráció rekonstrukció során történt alkalmazásáról (pl. MCLIMANS, 1987), a bezáródás fizikai körülményeinek meghatározása legnagyobb biztonsággal a kvarc anyagú cementben bezáródott fluidum-zárványokból lehetséges (pl. TEINTURIER ÉS TÁRSAI, 2002). A Pannon-medence DK-i szektorában a jelenleg termelt szénhidrogének jelentős része üledékes tározókból származik. Amennyiben a kvarc alapú cement tartalmaz fluidum-zárványokat mind a képződés körülményeinek meghatározására, mind a jelenleg termelt kőolajjal történő összehasonlításra (BLANCHET ÉS TÁRSAI, 2001) lehetőség nyílik.