

A CSÓDI-HEGY KALCITJA

Calcite from Csódi Hill (Dunabogdány, Visegrád Mts., Hungary)

FEKETE Judit, WEISZBURG Tamás és GATTER István

Abstract: A characteristic member of the mineral paragenesis of Csódi Hill is calcite overgrowing fissures and cavities in the dacite (Harangi, 1999). The Csódi Hill laccolith was formed in the early stage of the Middle Miocene volcanism of the Visegrád Mountains (Korpás, 1997). The 15.2–14.8 Ma intrusion (Korpás & Lang, 1993) formed a dome below the Oligocene–Lower Miocene pelite and sandstone, while broke through them. This magmatism and the associated hydrothermal processes formed the zeolite and calcite mineralisation.

Szabó (1871) was the first to recognise calcite here, and Reichert & Erdélyi (1934, 1935) were the last to describe it. This study attempts to contribute to the knowledge of the morphology and formation of the Csódi Hill calcite.

31 samples were studied by stereomicroscope and reflection goniometer (Table I), and four generations were recognised as related to zeolites.

Generation "0". Massive, white calcite without zeolites – probably predates zeolites, suggested by stable isotope composition.

Generation I and II. Specimens are usually lamellar, tabular according to (0001) (Fig. 1). Crystallisation of Generation I calcite preceded zeolite, and is always associated with late zeolite mineralisation (Fig. 4; Fig. VIII on the cover). Generation II calcite is contemporaneous with zeolites. Thin parallel lamellae ~ 0.X mm distance apart are grown between analcime or chabazite (Fig. 5).

Generation III. Elongated to acute rhombohedral, scalenohedral crystals. Crystallisation follows zeolites. Variable morphology allowed further subdivision: Group III/a. ochre yellow, always steep, approx. {0221} and {0772} rhombohedra, isolated or as core of "octahedral" (Group III/b) crystals (Fig. I on the cover; Figs. 6–7). Group III/b. Colourless, transparent crystals, 5–10 mm in length. {0221} rhombohedron is always combined with the basal planes. A few specimens bear narrow prismatic faces. Those crystals with well-developed basal planes look like regular octahedra. (Figs. 8, 10–11). Group III/c. {0772} rhombohedron is combined with prism faces (Figs. 12–13). Group III/d. Larger, yellow or grey rhombohedra, 5–20 mm in size. Group III/e. Tiny, acute, clear crystals of 1–5 mm length. {0221} or {0772} rhombohedra, combined with {11.9.20.2} and even steeper scalenohedra (Figs. 14–15).

X-ray powder diffraction study of two samples (ÁT/3, R/4) revealed no impurities or deviation from usual calcite cell values.

Seven samples were studied by optical emission spectrophotometry. OES results also support the low trace element content of the samples: 0.1–1% Mn, 0.X% Fe and Mn, 6–8 ppm Be and 1–10 ppm Sr was found. 0.X% Si, Al, and Na is probably from accompanying zeolites.

Stable isotope studies were made on 16 calcite specimens from Csódi Hill and on a two-generation calcite specimen from Keszeg to understand the genetics of calcite and the origin of the carbonate. The Keszeg specimen derived from a sedimentary environment, from the Mesozoic basement blocks in the Danube Bend. These formations extend subsurface as far as Csódi Hill. Four fields are recognised on the $\delta^{13}\text{C}$ – $\delta^{18}\text{O}$ plot (Table II, Fig. 16). The Keszeg specimen (Field 4) is definitely far away from the Csódi Hill fields; its carbonate was mobilised from Mesozoic carbonate rocks (Demény *et al.*, 1994, Demény & Harangi, 1996). Carbonate component of the Csódi Hill calcite clearly indicates igneous origin. The first calcite precipitates (Generations 0, I, and III/a) are closely related to the early stage of laccolith formation, when the magma domed up the overburden of organic-rich Oligocene strata. The departing CO_2 made carbonate precipitation possible. Initially hydrothermal fluids were heavily mixed with intraformational water containing organic matter oxidized in the igneous contact zone (Fig. 16, Field 1; Generations 0 and I, Trend I). Later the mixing ceased and terminal calcite displays only hydrothermal influence (Fig. 16, Field 2; Generation III/a). The post-zeolite calcite – *i.e.* most of the

cavity-filling paragenesis of Csódi Hill (Fig. 16, Field 3; Generations III/b–e) – displays pure hydrothermal origin. Its formation is due to the outgassing contemporaneous with cooling (Fig. 16, Trend II). Outgassing – departure of CO₂ – occurred within the solid laccolith, due to minor, secondary fissure formation (Korpás, 1999). Trend II is clearly shown by specimen MTM/2 (Fig. 7), which contains two calcite generations in succession. Isotope data of the older crystals are in Field 2, while of younger crystals are in Field 3. Isotope data show, that assuming ~ 250 °C initial crystallisation temperature (Fig. 16, Field 2) the cooling of the system (Fig. 16, Trend II) is characterised by a 100 °C drop in temperature, and the main mineralisation occurred around 150 °C. (Calculations were made with the equation $\delta^{18}\text{O}_{\text{calcite}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{fluid}} = 2.78 \times 10^4/T^2 - 2.89$; Friedman & O'Neil, 1977). Change of calcite morphology during the mineralisation process is illustrated by Fig. 17.

Összefoglalás: A dunabogdányi Csódi-hegy ásványparagenezisének egyik jellemző tagja a dácit (Harangi, 1999) repedéseiben, üregeiben fenn-nőtt, változatos megjelenésű kalcit. A már Szabó (1871) által említett ásvány morfológiáját Reichert & Erdélyi (1934, 1935) vizsgálta részletesen. Azóta újabb eredmények nem kerültek nyilvánosságra. Vizsgálataink a korábban le nem írt megjelenési típusok morfológiai jellemzését és a kalcit képződésére vonatkozó ismeretek bővítését célozták.

A dunabogdányi Csódi-hegy kalcitjain elvégzett kristálymorfológiai és műszeres analitikai vizsgálatokból megállapíthatjuk, hogy a kalcitok képződése két szakaszban zajlott le és ez a kristályok morfológiájában is megnyilvánul. Az elvégzett stabilizotóp-összetétel vizsgálatok eredményei bizonyítják, hogy az első fázisban a magma által oxidált szervesanyag-tartalmú üledékekből származó rétegvizek keveredtek a magmás eredetű hidrotermákkal. A második fázisban a kalcit már tisztán a magmás hidrotermákból vált ki egy hűlési-kigázosodási folyamat hatására. A korábbi kiválású kristályok (0., I., II., III/a. generáció) tömegesek, lemezsek, illetőleg sárga romboéderek [$\{02\bar{2}1\}$, $\{07\bar{7}2\}$]. Ez a két romboédeforma a későbbi kiválásokra is jellemző (III/b–e. generáció), de e kristályok egyre áttetszőbbek, majd víztiszták, és a kombinációk egyre hegyesebb kristályokat eredményeznek. A romboéderek először még a bázissal és/vagy prizmával, majd szkzenoéderrel kombinálódnak, míg végül hegyes szkzenoéderlapok válnak uralkodóvá. A $\{0001\}$ bázis, a $\{02\bar{2}1\}$ romboéder és a $\{1120\}$ prizma kombinációja alkotta – néha határozottan oktaéderszerű – kristályalak korábban ismeretlen volt a lelőhelyről.

A kalcitok – mindkét fázis termékei – nyomelemekben szegények, kémiaiilag csaknem tiszta kalcium-karbonátok. Optikai emissziós színképelemzéssel 0,1–1% Mn-tartalom, 0,X% Fe- és Mg-tartalom, 6–8 ppm Be és 1–10 ppm Sr volt kimutatható. A 0,X% Si, Al és Na valószínűleg a mintákon előforduló zeolitokból származhat.