

Kalcitne i aragonitne tvorevine nekih speleoloških objekata Dinarskog krša

VLADIMIR ZEBEC

Najveći dio karbonatnih ukrasa u različitim krškim speleološkim objektima izgrađen je od minerala kalcita. Aragonitne tvorevine su daleko rjeđe.

Mineral kalcit CaCO_3 kristalizira heksagonski (u romboedrijskoj hemiedriji), a predstavlja stabilniju modifikaciju od aragonita — također kalcijevog karbonata koji kristalizira rompski (u holodriji). Sve primarne aragonitne tvorbe s vremenom pređu u kalcit koji je stabilniji u uvjetima što vladaju u plitkoj Zemljinjnoj kori. Tako su gotovo sve predkvartarne aragonitne tvorbe prešle u kalcit. Međutim, da bi se ostvario ovaj prelaz potrebno je prisustvo vode. Samo izuzetno, ako je aragonitni materijal dospio u takve uvjete gdje je pristup vodi bio spriječen, npr. u bituminoznim ili naftonosnim stijenama onda se taj aragonit održao sve do danas, makar potječe čak iz paleozoika.

Kristali kalcita, koji se mogu zapaziti na spiljskim ukrasima različitog postanka, pojavljuju se u različitim oblicima. U kakvom će se obliku iskristalizirati kalcit neke karbonatne tvorevine ovisi o uvjetima pod kojima se kristalizacija odvija. Tu mogu utjecati kemijski sastav i koncentracija matične otopine, temperatura sistema, vlažnost zraka, a s tim povezana i brzina isparavanja, te brzine i oblik pokretanja matične otopine. Isto tako i mikroorganizmi imaju svoj utjecaj. Ne samo da će ti uvjeti diktirati tip kristala kalcita, nego i to da li će uopće kristalizirati kalcit — ili moguće aragonit.

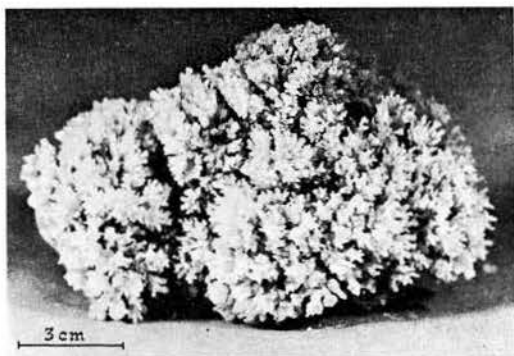
Osim kalcijevog karbonata u formi kalcita ili vrlo rijetko aragonita, u tvorbi sigi može sudjelovati dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, huntit $\text{CaMg}_3(\text{CO}_3)_6$, i magnezit MgCO_3 , te neki izuzetno rijetki karbonati s vodom: monohidro kalcit $\text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, zatim nesquehonit $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ i hidromagnezit $\text{Mg}_3(\text{OH})_4(\text{CO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. O karbonatima koji tvore ukrase mnogobrojnih speleoloških objekata našega krša postoje vrlo oskudni ili nikakvi podaci, pa se je prišlo njihovom određivanju. Jedan dio uzoraka sigi potrebnih za ova ispitivanja već je sakupljen u Zavodu za paleontologiju i geologiju kvartara JAZU u Zagrebu. Krajnji cilj ovih određivanja bit će, ako to bude moguće, rekonstruirati uvjete koji su uzrokovali određene tipove kristala. Zasada je izvršena tek identifikacija minerala koji sudjeluju u tvorbi jednog dijela sakupljenih spiljskih ukrasa. Već ta početna istraživanja dala su neočekivan rezultat — aragonit je pronađen na sigama iz 5 objekata. Koliko je poznato iz literature, to je ujedno i prva vijest o aragonitnim ukrasima iz speleoloških objekata

s područja SR Hrvatske i SR Bosne i Hercegovine.

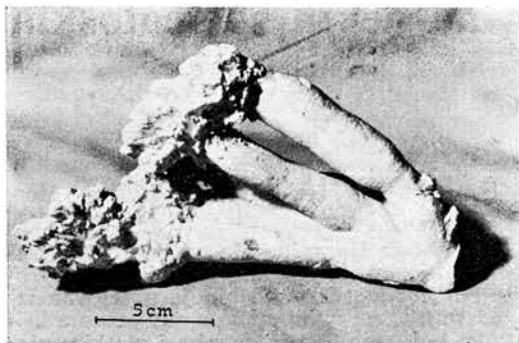
Identifikacija minerala vršena je u Mineraloško-petrografskom muzeju u Zagrebu. Način identifikacije bio je uvjetovan izgledom tih tvorevina. Ako na sigi postoje kristalići koji se odlikuju ravnim i glatkim plohami sposobnim da reflektiraju svjetlost, onda se prišlo određivanju što je moguće točnijih vrijednosti kutova među tim plohami. Na temelju vrijednosti kutova između pojedinih ploha može se identificirati mineral. Valja napomenuti, da su vrijednosti kutova između odgovarajućih ploha nekog minerala uvijek stalne bez obzira na izgled kristala. Mjerenje kutova je izvršeno na dvokružnom refleksnom goniometru. Pogreška kod ovih mjerenja iznosi svega 1-2%. Rezultati izvršenih mjerenja mogu se koristiti ne samo za identifikaciju minerala nego i za konstrukciju gnononske projekcije kristala iz koje se mogu indicirati sve kristalne plove koje su razvite i zatim može se nacrtati slika kristala. Veličina kristalića, koji se na taj način mogu ispitati, kreće se od svega 1/3 mm pa na više.

U slučaju kad su kalcitni kristali nepovoljni za ovakva određivanja, mogu se tad od njih prirediti kalotine u obliku osnovnog romboedra. Plove kalotina su obično ravne i glatke, a mjerenje kutova među njima često je dovoljno za identifikaciju.

Ukoliko su goniometrijska mjerenja na ispitivanim uzorcima bila otežana ili čak nemoguća, upotunjena su teodolitnomikroskopskim i rendgenografskim određivanjima, te kemijski — metodom bojenja kobaltnom solucijom. Rendgenografska određivanja iz-



Sl. 1. Korajlna sigi — kalcit. Hijenska pećina, Buje, Istra



Sl. 2. Kalcitna siga, jama Golubnika, Veliko Rujno, južni Velebit

vršena su, uz iste uvjete za sve uzorke, u Mineraloško-petrografskom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, metodom praška Guinier-de Wolff No II kamerom sa Cu Kd-zračenjem uz ekspoziciju 4 sata.

U kratkom prikazu, koji slijedi, dan je pregled rezultata započetih istraživanja.

1. Hijenska pećina, Buje, Istra. Iz ove spilje postoji mnogo uzoraka. Pretežu »koraljne sige« uzete iz druge dvorane (sl. 1). Izgrađene su iz kalcita koji je utvđen goniometrijski i rendgenografski. Bradavičaste nakupine kalcita pokupljene u prednjoj dvorani, neposredno iza ulaza stvorenog umjetno, radovima u kamenolomu obraštene su štapičastim kristalima aragonita do 1 cm dužine. Aragonit je opet obrašten sitnim kristalićima kalcita.

2. Izvor Rječine. Mali stalagmit, dug oko 7 cm, uzet oko 10 m od umjetnog ulaza, izgrađen je od bijelih skeletnih kristalića kalcita, koji su poredani puput inja.

3. Spilja Ledenica, Golubinjak, Lokve. Uzorak je uzet sa 17 m dubine i 20 m horizontalne udaljenosti od ulaza. To je brašnasta bijela sigasta nakupina, jako porozna i nekompaktna, tako da se već pod prstima drobi u prah. Ovdje je rendgenografski utvrđen kalcit.

4. Poljakova pećina, Krušćica - Studenci, Lika. Kalcitne nakupine u obliku grumenja uzete su ispod vode u lateralnom kanalu, koji se odvaja prema jugu u središnjem dijelu spilje. Štapičasti, prozirni, jedva zamjetljivo ružičasti kristali kalcita veličine 1-10 mm određeni su goniometrijski.

5. Bezdanjača pod Vatincem, Vrhovine, Lika. Grumenaste nakupine oko 5 cm u promjeru, uzete su iz bazena na stalagmitu udaljenom oko 100 m od ulaza. Sastoje se od sitnih prozirnih kristalića bezbojnoga kalcita do 1 mm veličine.

6. Veternica, Medvedica. Stalagmit velik desetak centimetara, uzet je na kraju Kristalnog kanala (Kristalni rov). Osnova su dobro formirani kristali kalcita, mjestimično prerašteni sitnim iglicama aragonita. Arago-

nit je opet prerašten kalcitnim kristalićima druge generacije, koji se po habitusu razlikuju od prve.

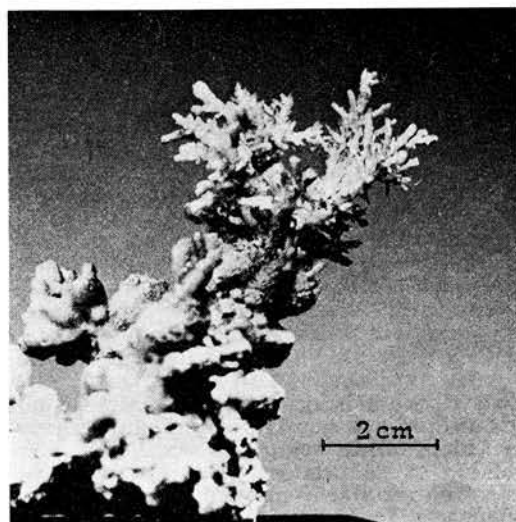
7. Jama Golubinka, Veliko Rujno, južni Velebit. Snježno bijela aragonitna nakupina vrlo slična tipičnoj nakupini aragonita poznatoj pod nazivom »željezni cvijet« uzeta je iz dubine od oko 125 m i 175 m horizontalne udaljenosti od ulaza (slika na naslovnoj stranici). Drugi uzorak sige uzet je sa 137 m dubine i 135 m bočne udaljenosti od ulaza (slika 2). Na sigi se opaža 5 različitih partija. U jednoj od njih je kalcit dokazan goniometrijski, a u preostale 4 rendgenografski je utvrđen isto kalcit.

8. Jamurka, Kneževići kod Posedarja. Stalagmit veličine oko 6 cm, koji je jednim dijelom bio pod vodom, uzet je stotinjak metara od ulaza. Dio koji je bio potopljen obrašten je skeletnim kristalima kalcita.

9. Sabljiceva spilja, Resanovci, Bosansko Grahovo. Uzeta su dva uzorka iz ove spilje. Prvi uzorak su bijeli pizoliti gustog sastava lupinaste građe, ne sasvim zaobljeni, ali mjestimice gotovo kao polirane površine. Uzeti su na tlu gornje dvorane oko 120 m od ulaza. Materijal pizolita rendgenografski je snimljen i utvrđen je kalcit. Drugi uzorak su slični pizoliti pokupljeni u donjoj dvorani oko 250 m od ulaza. Međutim, ovi su obrašteni kristalima kalcita, koji je goniometrijski utvrđen.

10. Buško Blato. Snježno bijele, oko 5 cm velike kalcitne nakupine, nalik skeletu koralja, pokupljene su sa 40 m dubine u spilji u koju se ušlo kroz umjetno stvoreni ulaz (kaverna 17).

11. Spilja Poganjača, Grepci, Hercegovina. Uzorak je uzet sa stropa u glavnom kanalu oko 70 m od ulaza. Izduženi žučkasti



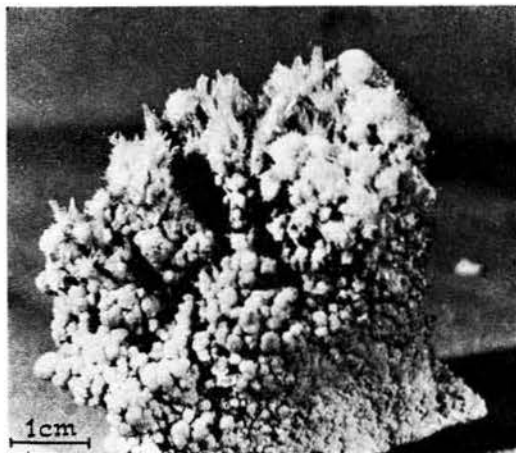
Sl. 3. Aragonitna nakupina iz spilje Vjetrenice, Popovo polje, Hercegovina

kristali prozirnoga kalcita (oko 3 cm dužine) izrasli su tijesno subparalelno u tvorevinu nalik grančici.

12. Spilja Vjetreniča, Popovo polje, Hercegovina. Ispitivani uzorak uzet je u glavnom kanalu, oko 3500 m od ulaza. Na bubrežastoj aragonitnoj nakupini izrasli su vrlo lijepi mladi kristali bezbojnoga prozirnoga aragonita u nakupinama koje nalikuju na krošnju drveća (slika 3). Aragonit je na ovim najmlađim kristalima dokazan goniometrijski i bojenjem kobaltnom solucijom, a u bubrežastom podnožju pored bojenja još i rendgenografski. U posljednjem slučaju je pored aragonita ustanovljena i prisutnost kalcita.

13. Močiljska spilja kod Dubrovnika Uzorak je uzet u završnom dijelu glavnoga kanala. Uzorak iz ove spilje posebno je interesantan, jer pokazuje izmjenjenu kristalizaciju kalcita i aragonita (slika 4). Osnova druze je kalcit na kojemu su izrasli štapičasti kristali aragonita koji na sebi nose kristaliće kalcita druge generacije. Sve je to na kraju prerašteno najmlađom generacijom aragonitnih kristala. Kalcit prve generacije identificiran je goniometrijski, mjerenjem kalotine po osnovnom romboedru, a druga generacija kalcita goniometrijskim mjerenjem kristalića. Obadvije generacije aragonita ustanovljene su goniometrijskim mjerenjem kristala i teodolitnomikroskopski.

14. Srednja Bijambarska spilja kod Olova. Uzorci predstavljaju kosti i lubanje šišmiša i drugih mikromamalija koje su prekrivene kristalima kalcita. Sabrane su u završnoj dvorani.



Sl. 4. Kalcitno-aragonitna nakupina (ritmička izmjena kristala kalcita i aragonita), Močiljska spilja kod Dubrovnika

LITERATURA

- Fischbeck, R. & Müller, G. (1971): Monohydrocalcite, Hydromagnesite, Nesquehonite, Dolomite, Aragonite and Calcite in Speleothems of the Fränkische Schweiz, Western Germany. — *Contr. Mineral. and Petrol.* 33, 87–92. Berlin — Heidelberg — New York.
- Lippman, F. (1973): *Sedimentary Carbonate Minerals.* — Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- Zebec, V. (1974): Mineral Analysis of Dripstones from Some Speleologic Sites of the Dinaric Karst. — *Bull. Scient. Cons. Acad. Yugosl. Sect. A.* 19, No 3–4, 66–67. Zagreb.

SUMMARY

CALCITE AND ARAGONITE FORMATIONS FROM CERTAIN SPELEOLOGICAL OBJECTS IN THE DINARIDES KARST

V. Zebec

Our knowledge of the mineral composition of carbonate formations in the numerous speleological objects in the Dinarides Karst of Yugoslavia was rather scarce. The cooperative effort to determine cave formations was made by the Institute for Palaeontology and Quaternary Geology of the Yugoslav Academy of Sciences and Arts and Mineralogical-Petrographical Museum in Zagreb. The first results have shown that five of fourteen investigated localities contain

aragonite. These localities are: Hijena Cave (Buje, Istria), Golubinka Pit (Veliko Rujno, Mt. Velebit), Vjetrenica Cave (Popovo Polje, Herzegovina) and Močilj Cave (near Dubrovnik). The material from the Močilj Cave is especially interesting because it demonstrates alternating crystallization of calcite and aragonite. »Coral dripstones« from the Hijena Cave are very peculiar, as well as the agglomeration or »flos-ferri« from the Golubinka Pit in Mt. Velebit.