

Lénárt László

A LÉTRÁSI-VIZESBARLANG VÍZKÉMIAI VIZSGÁLATA

ÖSSZEFOGLALÁS

A Létrási-vizesbarlang* áramló, szivárgó, álló és a barlangba befolyó vizeiből származó vízminták fő komponensét és nyomelemtartalmát vizsgáltuk. A barlangon belüli víz–kőzet kölcsönhatások jellemzéséhez a barlang szilárd és laza kőzetmintáin kémiai, DTA- és röntgenelemzést is végeztünk. A különböző víz-típusok átlagértékeinek eltérései a különböző időpontokban hasonló változási irányokat dokumentálnak. A csepegő vizek össz-iontartalma a legalacsonyabb. Az irodalmi adatokhoz képest vizeink szulfáttartalma kiugróan magas. A vizek iontartalmának jelentős része a bejutó vizekkel érkezik (a levegőből ill. a környező agyagpalákból), más része viszont a barlangi kőzetekből származik. Ez utóbbi folyamat ciklikus, ugyanazon helyen az oldódás és a kiválás a fizikai-kémiai paraméterek megváltozása miatt gyakran cserélődik. A barlangban a cseppkőképződés ott a legintenzívebb, ahol a vizek szulfáttartalma az átlagosnál számottevően alacsonyabb.

1. Bevezetés

A barlangokkal kapcsolatba hozható vizek kémiai vizsgálatának meglehetősen bő irodalma ismeretes. Az eddig történt idevonatkozó elemzéseket az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

- különböző irányú speleológiai vizsgálatok mellett néhány vízminőségi jellemző megadása tájékoztató jelleggel (4; 11; 13; 15),
- a vizek Ca-, Mg-ion tartalmának (keménységének) vizsgálata karsztkorróziós következtetések levonása céljából (1–3; 6–7; 9; 14; 17),
- komplex vízkémiai elemzések nagyobb területen végbemenő vízföldtani folyamatok eredőjének megállapítására (8; 22),
- Ca és Mg-tartalmú képződmények víz–kőzet kölcsönhatásának vizsgálata (10; 16).

Ezzel szemben, irodalomból nem tudjuk idézni: – barlangi vizeknek olyan elemzéseit, melyben a főkomponensek közül néhánynál többnek a vizsgálata szerepel (a forrásbarlangok kilépő vizeinek – felszínre lépés után vett mintáinak – elemzését nem soroljuk a barlangi vizek közé), – a barlangi vízcsoporthoz olyan komplex elemzését, melyben a barlangba bejutó, a barlangban áramló és a barlangi csepegő vizeket elemzi egy barlangon belül.

Fentiek előrebocsátása után bemutatjuk a Létrási-vizesbarlangban eddig végzett vízkémiai vizsgálatok eredményeit, s azokat irodalmi (rész) adatokkal összehasonlítjuk.

2. A vizsgálatunk célja

Kutatásunk során két kérdéscsoportra kívántunk választ adni, ill. „munkahipotézist” felállítani.

Ezek:

– a Létrási-vizesbarlang időben és térben különböző vizeinek milyen a kemizmusa a földtani környezet függvényében?

– az oldódás–kicsapódás mely irányban valószínűsíthető, és hogyan értelmezhető az anyagmozgás?

Ahhoz, hogy az anyagmozgás (lehetséges) irányát meg tudjuk becsülni, a következő vizsgálatok szükségesek:

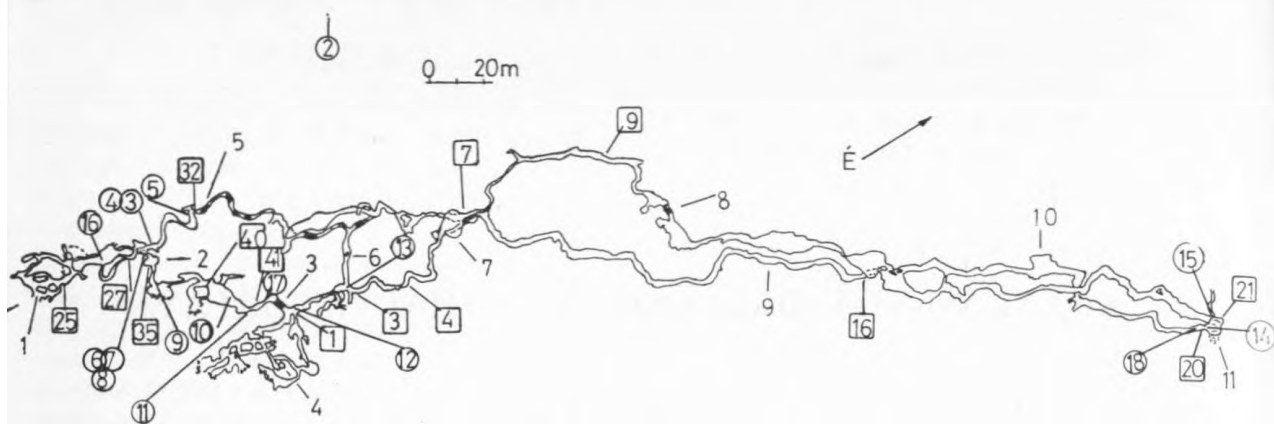
- a barlangba bekerülő vizek, ezen belül a csapadékvíz és a befolyó víz elemzése;
- a barlang kőzeteinek, ezen belül a szilárd kőzetek és a kitöltő anyagnak az anyagvizsgálata;
- a barlangi vizek, ezen belül a csepegő (szivárgó) vizek, az áramló (folyó) vizek és a tavak, pocsolyák vizeinek elemzése.

3. Anyagok és módszerek

A fenti célok elérése érdekében megvizsgáltuk a barlangba befolyó, a benne áramló és a barlang litoklázisaiból csepegő vizeket térfogatos, ill. az alkáliát lángfotogrammetriás módszerrel fő alkotókra. A titrimetriás elemzést az OFKFKV Ém-i Üzemében végezték, az alkália meghatározása az NME Ásvány- és Kőzettani Tanszékén történt. (A vizsgálatok eredményei az I. táblázatban szerepelnek.)

1976–77-ben a Mecseki Ércbányák számára gyűjtött vízmintáink nyomelemtartalmát a MÁFI-

* A barlang nevét a Karszt és Barlang 1977. I-II. számában rögzített írásmódon közöljük. Eszerint a „vizesbarlang” utótagot földrajzi köznévként (a barlangok egyik típusának) tekintjük, ezért a helyesírási szabályok értelmében kis kezdőbetűvel írjuk. A szerző a „Létrási-Vizes-barlang” formát tartja helyesnek. (Szerk.)



A Létrási-vizesbarlang egyszerűsített alaprajza (Lénárt L. 1979., az MHT Zombolykutató Szakosztály, ill. Marcel Loubens Barlangkutató Egyesület térképei alapján).

Jelmagyarázat:

A barlang jellegzetes pontjai

1. Régi bejárat, 2. Sóhajók hídja, 3. Dög-szifon, 4. Új bejárat, 5. Fő-ági I. szifon, 6. Kereszt-ág, 7. Vértes-terem, 9. Lengyel—magyar barátság szifon a Vértes-ágban, 9. Kuszoda, 10. Tavi felső-ág, 11. Tó

Vizmintavételi helyek (a fenti térképen köralakba irt számok)

1. Létrási-patak, 2. Befolyó-patak, 3. Forrás, 4. 4-es csepegésmérőhely, 5. I. szifon előtt, 6. 7-es csepegésmérőhely, 7. 12-es csepegésmérőhely, 8. 1-es csepegésmérőhely, 9. 6-os csepegésmérőhely, 10. 5-ös csepegésmérőhely, 11. Lábnymos-kürtő, 12. Ivóhely, Kapás-ág, 13. Háromszög-terem, 14. Tó, 15. Tavi-ág patakja, 16. Hágcsós-terem, 17. Dög-szifon előtti pocsolya, 18. Patakos-ág patakja.

Közetmintavételi helyek (a térképen négyzetbe rajzolt számok)

1. Kapás-ág, a Dög-szifonnal szemben, 3. Háromszög-terem fölött, 4. Csoda-szifon után, 7. Vértes-ág bejárata, 9. Vértes-ág. 16. Kuszoda becsatlakozása, 20. Patakos-ág a Tónál, 21. Tavi-ág a Tónál, 25. Hágcsós-terem vége, 27. Fő-ág, a Zebra-fallal szemben, 32. Fő-ág, a Kuszoda bejárata, 35. Sóhajók hídja, 40. Koppantál-ág bejárata, 41. Maxi-szűkület.

ban határozták meg. A 8 minta közül három származott a vizsgált területünkről, de tájékoztatásul a II. táblázatban a környékbeli barlangok vizeinek elemzéseit is közöljük. Az adatokat Elsoltz László bocsátotta rendelkezésünkre.

A barlang szilárd kőzeteinek makroszkópos vizsgálatát a barlang teljes hosszában elvégeztük. A begyűjtött mintáinknak egy részét elemeztettük, s ennek eredményét a III. táblázatban közöljük. (Megjegyezzük, hogy elemzési értékeink jó egyezést mutatnak a (20) munkával.)

A barlang üregrendszerének törmelékét több módszerrel vizsgáltuk. Egyrészt Scheibler-féle módszerrel végzett vizsgálat alapján megállapítottuk, hogy az agyagok, iszapok, homokok finom frakcióinak karbonáttartalma igen alacsony, mindössze néhány %-os (18). Másrészt az üledékekről DTA és röntgen felvételeket készítettünk. A DTA felvételeken a szerves anyag (és a pirit) által mutatott igen kiugró értékek a legérdekesebbek. Mellette természetesen agyagásványokat (kaolinit és illit) és kevés kalcitot találtunk változó mennyiségben.

A röntgenfelvételeken is szembetűnő a kalcit hiánya vagy igen kis mennyisége. A görbéinkről kvarc, földpát, agyagásványok (kaolinit, illit) jelenléte mutatható ki, mint a nem karsztos felszínről

származó kőzetanyag áthalmazott maradéka. Nem vizsgáltuk a befolyó vizet kibocsátó kőzeteket (agyagpala és diabáz), mivel a kölcsönhatások eredője (a barlangba befolyt víz összetétele) ismert.

A csapadékvíz kémiai összetételét nem volt módunkban megállapítani. Irodalmi adatok (12) alapján a következő átlagos értékekkel számoltunk:

anionok (mg/l)		kationok (mg/l)	
SO ₄	3–6	Ca	2,5–6,5
Cl	1–2	Na	0,6–1,6
PO ₄	0,1–0,2	K	0,5–0,8
NO ₃	0,8–1,1	NH ₄	1,5–3,2
NO ₂	0,1–0,2		

4. A vizsgált terület

A Létrási-vizesbarlang a Bükk-hegységben, a Nagy-fennsíkban található. A barlang zömmel anizuszi mészkőben és kis részben ladini tűzköves, lemezes mészkőben húzódik. Régi bejáratában az év döntő részében agyagpalából eredő források által táplált patak folyik. A bejárat és a végpont között mintegy 500 m légvonalbeli távolság és kb. 80 m szintkülönbség van. A barlang fő iránya ÉÉK. A bejáratnál a néhány m vastag mészkő a barlang végét jelző Tó felett már 190 m-re növekszik.

A Létrási-vizesbarlang vizeinek kémiai elemzési eredményei

Mintahely	1979. 09. 22						79. 11. 03												
	Időpont 1979. 09. 08																		
	12	13	14	15	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	5	6	9	10
Ca [mg/l]	88,7	90,0	110,8	102,2	90,0	92,2	89,4	98,6	76,4	65,8	78,6	103,0	76,4	78,0	77,2	79,4	92,2	60,8	69,4
Mg [mg/l]	17,4	17,4	5,7	11,7	12,2	12,2	6,5	11,3	6,5	8,7	9,1	11,3	13,0	11,7	13,0	10,9	7,8	12,2	12,6
Na [mg/l]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,0	3,3	—	3,4	1,0	1,0	1,9
K [mg/l]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,9	1,8	—	1,7	1,1	1,4	1,0
Fe [mg/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mn [mg/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NH ₄ [mg/l]	1,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,5	0,9
SiO ₂ [mg/l]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,0	16,0	12,8	5,0	6,4	6,2	9,2
HCO ₃ [mg/l]	237,9	213,5	250,1	274,5	176,9	237,9	183,0	225,7	134,2	158,6	164,7	231,8	213,5	201,3	207,4	207,4	183,0	140,3	140,3
Cl [mg/l]	12,6	16,5	12,3	12,0	13,6	11,0	11,1	11,0	11,0	10,9	8,2	7,8	10,4	10,7	12,6	13,2	8,4	12,6	9,7
SO ₄ [mg/l]	96,1	192,1	115,3	96,1	326,6	307,4	192,1	249,8	326,6	230,5	269,0	134,5	172,9	57,6	134,5	192,1	57,6	127,9	172,9
NO ₂ [mg/l]	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	0,1	0,3	0,3	0,5	0,1
NO ₃ [mg/l]	6,6	6,6	3,8	6,6	5,9	4,3	2,2	2,2	4,3	2,2	5,9	4,3	6,2	1,4	6,2	2,6	0,2	2,6	6,2
O ₂ fogyasztás [mg/l]	6,6	4,8	3,8	3,8	4,1	4,5	4,6	5,4	1,4	5,4	5,4	3,0	6,9	8,0	5,6	7,4	11,4	6,4	8,6
Lúgosság [W°]	3,9	3,5	4,1	4,5	2,9	3,9	3,0	3,7	2,2	2,6	2,7	3,8	3,5	3,3	3,4	3,4	3,0	2,3	2,3
Kémhatás	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Karbonát keménység [nk°]	10,9	9,8	11,5	12,6	8,1	10,9	8,4	10,4	6,2	7,3	7,6	10,6	9,8	9,2	9,5	9,5	8,4	6,4	6,4
Összes keménység [nk°]	16,4	16,6	16,8	17,0	15,4	15,7	14,0	16,4	12,2	11,2	13,1	17,0	13,7	13,6	13,8	13,6	14,7	11,3	12,6
pH	7,2	7,2	7,2	7,2	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,4	6,9	6,9
Vízhozam [ml/ó]	0,5	0	0	30 [l/p]	5	3 [l/p]	20	40	0,1	7	2,5	0,2	20 [l/p]	1	0,2	5 [l/p]	2,5	4,5	1,7
Hőmérséklet [C°]	—	7,2	—	—	6,2	—	6,5	6,5	6,5	6,0	6,8	—	—	—	4,9	—	6,2	6,2	6,8

II. táblázat

A Létrási-vizesbarlangból (és környékbeli barlangokból) származó vízminták
nyomelemvizsgálata (10^{-4} mg/l)
(1976. 10–1977. 06)

Nyomelemek Kimutatási határ [10^{-4} mg/l]	Ba 400	Co 40	Pb 40	As 40	Ni 48	Zn 400	Cu 40	Ag 8	Cr 40	Mo 40	Bi 100
Létrási – vizesbarlang, (14)	640	–	–	–	–	400	<40	–	–	–	–
Létrási – vizesbg. Keresztág, patak	<400	–	–	–	–	<400	<40	–	–	–	–
Létrási – vizesbg. (6)	<400	–	–	–	–	<400	50	–	–	–	–
Szepesi-bg., Nyugati ág vége, patak	440	–	–	–	–	400	50	–	–	–	–
Szepesi-bg. Három aranyásó terem, patak	680	–	–	–	–	<400	<40	–	–	–	–
Szepesi-bg. Keleti-ág. Forrás	<400	–	–	–	–	<400	50	–	–	–	–
Szivárvány-bg. Szintes-ág, patak	<400	<40	<40	<800	<48	<400	<40	<8	<40	<40	<100
Fenyvesréti-nyelő, befolyó patak	<400	<40	<40	<800	<48	640	<40	<8	<40	<40	<100

III. táblázat

Közvetkémiai elemzések adatai a Létrási-vizesbarlangból

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	ΣFe	MgCO ₃	CaCO ₃	Σ
1.	–	–	–	3,80	96,00	–
3.	–	–	–	2,10	95,00	–
4.	–	–	–	4,22	94,00	–
7.	–	–	–	5,60	93,50	–
9.	1,42	1,78	0,78	3,38	91,50	98,86
16.	0,42	1,78	0,57	2,12	94,50	99,39
20.	–	–	–	0,42	95,50	–
21.	0,11	1,78	0,68	2,54	94,50	99,61
25.	0,25	1,78	0,54	5,06	92,00	99,63
27.	–	–	–	9,28	90,50	–
32.	–	–	–	1,68	95,50	–
35.	–	–	–	0,42	58,00	–
40.	–	–	–	5,06	83,00	–
41.	0,4	1,27	1,14	4,22	93,00	99,89

Átlag a lemezes
mészkövek
(35, 40) nélkül

0,5

1,7

0,7

3,7

93,8

99,7

A Létrási-patak porfirritből, agyagpalából kilépő vize két úton jut a barlangba. Egyrészt a barlang bejáratától Ny-ra, kb. 500 m távolságban koncentráltan, ami a Tóba beömlő Tavi-ág vizét adja. (Az előző patak vize a Patakos-ágon át ugyanoda érkezik, de csak az év kis szakaszában az ember által járható alsó járaton át.) Másrészt az új bejáratnál szembeni patakmederben elnyelődve a Dögszifon–Kapás-ág közti részen beszívárog a barlangba.

5. Víz-mintavételi helyek

Az 1. ábrán a Létrási-vizesbarlangot mutatjuk be. A sorszámokkal ellátott vízmintavételi helyek rövid jellemzése:

1. A Létrási-patak elnyelődési helye a gátnál.
2. A régi bejáraton át befolyó patak a barlangba való belépésnél.

3. A fő-ági „Forrás” nevű hely cseppkőkérges falán végigcsurgó vize.
4. A 4-es csepegés-mérőhely. Lemezes mészkő vizét kis cseppkőzászló vezeti ki. Max. vízhozama 18,5 ml/ó. A felszín alatt 45 m-re van, de ebből csak az alsó néhány m a lemezes mészkő.
5. A Fő-ág I. szifon előtti szakaszán, a barlangi patakából. A bejáratától mintegy 40 m mélyen van, a kőzetvastagság 65 m.
6. A 7-es csepegés-mérőhely a Sóhajok hídjánál. Pados mészkő vizét korrodált cseppkő vezeti ki. Maximális hozama 15 000 ml/ó. A felszíntől 22 m mélyen van.
7. A 12-es csepegés-mérőhely a Sóhajok hídjánál. Pados mészkő vizét laza mészkrémmel borított mészkőcsúcs vezeti ki. Max. vízhozama 1090 ml/ó. A felszín alatt 20 m mélyen helyezkedik el.
8. Az 1-es csepegés-mérőhely a Sóhajok hídjánál. A pados mészkő vizét vezeti ki egy apró cseppkő. Max. vízhozama 3 ml/ó. Felszín alatti mélysége 22 m.
9. A 6-os csepegés-mérőhely cseppköve a pados mészkő vizét vezeti ki a szabadba. Max. vízhozama 114 ml/ó. A felszín alatt 13 m mélységben van.
10. Az 5-ös csepegésmérési hely lemezes mészkőcsúcson kilépő vize. Max. vízhozama 11,8 ml/ó. A felszín alatt 35 m-rel helyezkedik el, melyből az alsó 8–10 m a lemezes mészkő.
11. A Lábnyomos-kürtő bejáratánál levő cseppkő. Igen intenzív a cseppkövesedése. (Néhány év

alatt a csepegésmérő edényen 0,08 mm/év sebességgel növekvő cseppkőréteg keletkezett!!) Felszíntől való mélysége 45 m. (Innen már a mészkő csak pados kifejlődésű.) A csepegéshozam mért maximuma 160 ml/ó.

12. Dög-szifonnál levő Ivóhely. A Létrási-patak elszívárgási helye kb. itt van. A csepegési hely mélysége a felszíntől 50 m.
13. A Háromszög-terem pocsolója. Általában állóvíz, de gyakran a Kapás-ágból és (vagy) egy oldalágból folyó víz a pocsolóján keresztül a Kereszt-ágba folyik. Max. vízhozama 10 l/p. Az oldaljáratban jelentős friss kalcitkiválással átszik. A kőzetvastagság 85 m.
14. A Tó a Patakos-ági beömlésnél. Vízsintje max. 5 m-es ingadozást mutat, azaz igen száraz időben fenékgig „kiszárad”, s az alján csak híg iszap marad vissza. A beömlő vizet mindig elnyeli, járatba való visszaduzzasztást nem észleltünk.
15. A Tavi-ág vize a Tóba való beömlés előtt agyagos-törmelék mederben folyik, max. hozama kb. 200 l/p.

6. Irodalmi adatok összehasonlítása saját eredményeinkkel

A csepegő vizeket a Por-lyuk (15) és a Vass Imre-barlang (6), az áramlókat pedig a Garadna-főforrás (8), a Béke-barlang (14), Abaliget-barlang (11), budai Vár-barlang (4) hasonló vizeivel vetettük össze. Ezek alapján az első csoportban a Létrási-vizesbarlang elemzési eredményeinél magasabb

IV. táblázat

A Létrási-vizesbarlang vizei kémiai jellegének változási irányai

	1979. II. 03						09. 25	
	Áramló – Befolyó		Áramló – Csepegő		Befolyó – Csepegő		Áramló – Csepegő	
	[mg/l]	[%]	[mg/l]	[%]	[mg/l]	[%]	[mg/l]	[%]
Kationok								
Ca	+ 1,1	+ 1,4	+ 4,2	+ 5,7	+ 3,1	+ 4,2	+ 6,2	+ 7,2
Mg	- 0,4	- 3,3	+ 1,1	+ 10,1	+ 1,5	+ 13,8	+ 0,3	+ 2,5
K	- 0,1	- 5,9	+ 0,6	+ 54,5	+ 0,7	+ 63,6	-	-
Na	- 0,2	- 6,3	+ 2,1	+ 161,5	+ 1,9	+ 146,2	-	-
Fe, Mn	0	0	0	0	0	0	0	0
NH ₄	- 0,3	- 150,0	- 0,4	- 200,0	- 0,1	- 20,0	0	0
Anionok								
SiO ₂	- 4,6	- 51,7	+ 1,8	+ 25,4	+ 6,4	+ 90,1	-	-
HCO ₃	0	0	+ 52,9	+ 34,2	+ 52,9	+ 34,2	+ 55,9	+ 30,7
Cl	+ 2,3	+ 21,7	+ 2,7	+ 26,5	+ 0,4	+ 3,9	+ 0,5	+ 4,8
SO ₄	+ 48,0	+ 41,6	+ 43,8	+ 36,7	- 4,2	- 3,5	+ 60,4	+ 24,5
NO ₂	- 0,2	- 100,0	- 0,1	- 50,0	+ 0,1	+ 33,3	+ 0,2	+ 100,0
NO ₃	+ 0,6	+ 15,8	+ 1,4	+ 46,7	+ 0,8	+ 26,7	+ 0,4	+ 10,3
Egyéb jellemzők [mg/l; %]								
O ₂ fogyasztás	- 1,0	- 15,4	- 1,9	- 29,2	- 0,9	- 12,0	+ 0,3	+ 7,1
Bepárlási maradék	- 27,0	- 12,4	+ 22,0	+ 11,2	+ 49	+ 25	-	-
Alkalinitás [W°; %]	0	0	+ 0,9	+ 36,0	+ 0,9	+ 36,0	+ 0,9	+ 30,0
Kémhatás	0	0	0	0	0	0	0	0
pH	0	0	+ 0,2	+ 3,0	+ 0,2	+ 3,0	0	0
Karbonát keménység [nk° %]	0	0	+ 2,4	+ 33,8	+ 2,4	+ 33,8	+ 2,5	+ 29,8
Összes keménység [nk°; %]	0	0	+ 0,8	+ 6,2	+ 0,8	+ 6,2	+ 1,5	+ 10,6



„Sóhajok hídjá”
a Létrási-vizesbarlangban
(Borzsák—Prágai fotó)

a Ca, HCO₃, Cl-ion, az alkalinitás, a karbonát- és az összes keménység átlagértéke. A Mg közel azonos, míg az SO₄-tartalom alig ötödrésze a Létrási-vizesbarlangban mért értékek átlagának.

Áramló vizek esetében magasabb a karbonát-keménység, a Mg, a HCO₃ a barlangunkban mért értéknél. Azonosnak tekinthetők az alkalinitás, az összes keménység, a Ca, Na, SiO₂, Al, Fe átlagértékek. Alacsonyabb viszont az oxigénfogyasztás, a K, Cl, SO₄, NO₃ a Létrási-vizesbarlangban mért értékek átlagánál.

7. Kísérlet a barlangi vizeink kemizmusá változási irányának kijelölésére

Vizsgálatunkhoz a barlangban végzett elemzések közül az 1979. 09. 22-i, ill. 1979. 11. 03-i minták eredményeit használtuk fel. Először is csoportosítottuk azokat áramló (3, 5, 15), csepegő (4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12) és befolyó (1, 2) vizekre, majd az azonos időben vett mintákat csoportosítottuk, s vettük mindezek átlagértékeit komponensenként. Végezetül az áramló és befolyó, áramló és csepegő, befolyó és csepegő vizek átlagainak különbségét képeztük, s ezeket ± mg/l-ben, ill. ± %-ban fejeztük ki. (A ± jel a változás irányát jelöli.) A %-ot az átlagértékek különbsége osztva a kisebb értékkel, szorozva 100-zal, adja.

A kiszámított értékeinket a IV. táblázatban mutatjuk be. Látható, hogy a két időpontban vizsgált minták átlagértékei azonos tendenciát, sokszor azonos változási nagyságot jeleznek. (Egyébként a változás nagysága 1–200%-között mozog, természetesen

a nagy értékek az alacsony koncentrációjú komponensek esetében tapasztalhatók.

A táblázatok sok egyéb mellett egy tényre alaposan felhívják a figyelmet: a mészkövet és az azt borító agyagot, iszapot, homokot, vagy cseppkővet átjáró vizek összetétele pontról-pontra változik. Ezen túlmenően azonos hely egyszer adszorbensként, máskor pedig koncentrációt növelő tényezőként szerepelhet. (Ez folyamatosan kiválást, ill. újraoldódást jelent.)

Végezetül a cseppkövesedésről, mint a legpregnansabb kiválási bizonyítékról néhány szót.

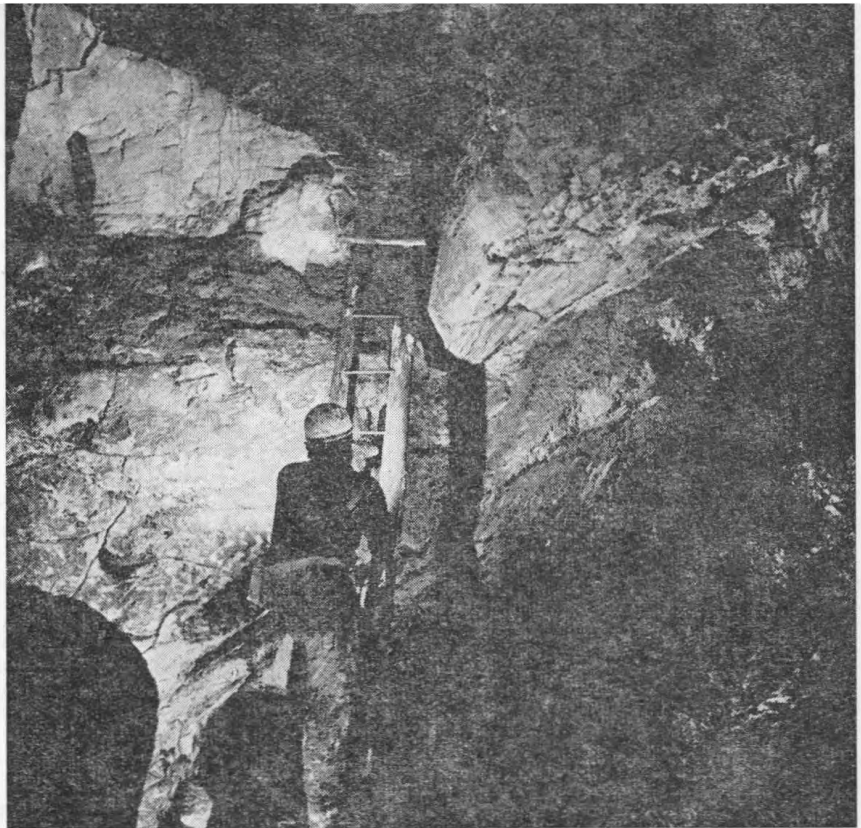
Az irodalomban (5; 10; 16) ellentétes a vélemény a szulfát szerepéről a kalcit (és aragonit) kiválásnál. Mi azt az álláspontot képviseljük, hogy a magas szulfáttartalom gátolja a kalcit kiválását. Megállapításunkat a három legintenzívebben cseppkövesedő hely (3, 11, 12) vizeinek vizsgálatával kívánjuk alátámasztani. Ezek szerint a barlang vizeinek átlagosnál kisebb szulfáttartalma a cseppkő gyorsabb képződését teszi lehetővé.

	3	11	12
Ca ⁺⁺ mg/l	77,2 (+)	103,0 (+)	88,7 (+)
Mg ⁺⁺ mg/l	13,0 (+)	11,3 (+)	17,4 (+)
SO ₄ ⁻⁻ mg/l	134,5 (-)	134,5 (-)	96,0 (-)

(A + az átlagnál magasabb, a - az átlagnál alacsonyabb értéket jelenti. A 11-es mérőhelynél az üvegedényben négy év alatt kb. 0,08 mm/év sebességgel növekedő cseppkőréteg rakódott ki.)

Az eddigi cseppkőnövekedési vizsgálataink a növekedés szakaszosságát (időnkénti újraoldódását)

Részlet
a Létrási-vizesbarlangból
(Borzák—Prágai fotó)



látszanak bizonyítani. Így ebben is bizonyítékot látunk arra, hogy a víz kémiai összetétele azonos helyen is igen jelentős mértékben eltérhet az idő függvényében.

A barlangi vizek közül igyekeztünk különböző típusúakat kiválasztani, s elemeztetni.

8. Következtetések

1. Az I. táblázat elemzési eredményei igen magas hidrokarbonát és szulfáttartalmat mutatnak. Ha a kationok-anionok egyensúlyát feltételezzük, akkor a rendszerben magas a nátrium-kálium, esetleg az alumínium részaránya. A lángfotometriás vizsgálatok ezt cáfolni látszanak, így inkább nem egyensúlyi vizekről célszerű beszélnünk. (Ezt a szakirodalom megállapításai is sugallják.) A túltelítettség mellett a szerves anyag bontásából származó CO_2 időnkénti felvétele-leadása-felvétele... is okozhatja a kemizmus változását.

2. Az állandó keménység viszonylag magas, s ez a szerves anyaggal (pirittel), valamint nitrátokkal kapcsolatba hozható nemkarsztos mészkórkorrózió számottevő jelentlétére utalhat.

3. Az irodalomban fellelhető adatok igen erős szórást mutatnak, csaknem minden komponens esetében. Ez a vízhozam, hőmérséklet, kőzetanyag, idő jelentős befolyására utal.

4. Magas szulfáttartalmat az Abaligeti-barlangban is mértek. Ezek alapján a Létrási-vizesbarlang vizeinek magas szulfáttartalmát aktív, vizes jellege

mellett a földtani és emberi környezettel is magyarázhatjuk.

5. Vizeink nyomelemtartalma zömmel a kimutathatósági határ alatt van. A bárium és a réz mutatható ki viszonylag nagyobb mennyiségben.

6. A nitrogént minden valószínűség szerint a csapadék a levegőből veszi fel.

Az alkáliákat, a szulfátokat és a klórt kisebb mértékben csapadékvíz eredetűnek, nagyobb mértékben a földtani környezetnek; magmás kőzetek, szerves törmelékes agyagok mállásának, az állandóan megújuló rendzinának tulajdonítjuk.

7. A barlang szilárd kőzeteinek elemzési eredményei alapján a kalcium, magnézium, szilícium származási helye egyértelműen a vizsgálati területünk. Számottevő vas, mangán, alumínium oldatban tartásához a vizek kemizmus, ill. a kőzetanyag nem megfelelő.

Az eddig elmondottak a barlangi vizek további vizsgálatainak szükségességére is rámutatnak.

Befejezésül szeretnék köszönetet mondani elsősorban Kossuth Gáborné okl. vegyész mérnöknek a sokoldalú segítségért, valamint Seres Lászlónak, dr. Wallacher Lászlónak, dr. Egerer Frigyesnek, Namesánszky Károlynak, Fehérváry Istvánnak, Elsoltz Lászlónak és a Marcel Loubens Barlangkutató Egyesület tagjainak munkánk elvégzésében nyújtott segítségükért.

Lénárt László
Miskolc
Szabó L. u. 18.
3525

IRODALOM

1. BALÁZS D. (1964): A vegetáció és a karsztkorrózió kapcsolat. — Karszt és Barlang, I. p. 13–16.
2. BALÁZS D. (1964): Kísérletek a talaj alatti karsztos korrózióról. — Karszt és Barlang, II. p. 57–60.
3. BALÁZS D. (1965): A karsztkorrózió általános kémiai vonatkozásai. — Karszt és Barlang, II. p. 51–60.
4. BARÁTOSI K. (1967): A budai Várbarlang. — Karszt és Barlang, p. 29–30.
5. BISCHOFF, I. L. (1968): Kinetics of calcite nucleation: magnesium ion inhibition and ionic strength catalysis. — J. Geophys. Res. 73. p. 3315–3322.
6. CZÁJLIK I.—FEJÉRDY I. (1959): Cseppkövekről csepegő vizek vizsgálata a Vass Imre-barlangban. — Karszt- és Barlangkutatás, I. p. 97–104.
7. CZÁJLIK I. (1961): A Vass Imre-barlang részletes hidrológiai vizsgálatának újabb eredményei. — Karszt és Barlangkutatás III. p. 3–20.
8. EGERER F.—NAMESÁNSZKY K. (szerk. alatt): Rendszeres hidrogeológiai megfigyelések a Bükk-hegység DK-i részén. — MÁFI Évi Jelentés.
9. ERNST L. (1961): A karsztvizek telítettségéről. — Karszt és Barlangkutatás, I. p. 21–23.
10. FOLK, R. L. (1974): The natural history of crystalline calcium carbonate: Effect of magnesium content and salinity. — Jour Sed. Petrology 44. p. 44–53.
11. GEBHARDT A.—OPPE S. (1959): Az Abaligeti barlang. — Pécs
12. HORVÁTH L. (1978): A csapadékvíz kémiai összetétele és a légköri nyomananyagok depozíciója Budapesten. — Időjárás, 82. 4. p. 211–224.
13. JAKUCS L. (1959): Az aggteleki barlangok genetikája a komplex forrásvizsgálatok tükrében. — Karszt- és Barlangkutatás, I. 37–66.
14. JAKUCS L. (1971): A karsztok morfogenetikája. — Akadémiai Kiadó, Budapest
15. JÁNOSSY D.—KORDOS L.—KROLOPP, E.—TOPÁL Gy. (1972): The Porlyuk Cave of Jósvafő. — Karszt- és Barlangkutatás, VII. p. 15–61.
16. KOSSUTH G.-né (1980): A kelet-bükki források bejárásai maradványainak ásványelemelemez vizsgálata a vízkémiai összetétel függvényében. — Hidrológiai Közlemény, 5. p. 200–208.
17. LÉNÁRT L. (1974): A Létrási-vizesbarlang környezetében levő mészkőreteg hézagterefogata és átteresztőképessége. — Diplomadolgozat, Miskolc.
- 17/a LÉNÁRT L. (1977): Hidrológiai kirándulások a Bükkben. — Tankönyvkiadó, Budapest.
18. LÉNÁRT L. (1978): Újabb adatok a Bükk-hegység leg-hosszabb barlangjának kutatásáról. — NME Közlemények TDK különszáma, szerkesztés alatt.
19. LÉNÁRT L. (1978): Adatok a karsztos beszírvágás vizsgálatához a Létrási-vizesbarlangban (Magyarország, Bükk-hegység) végzett csepegés mérések alapján. — Nemzetközi Karszthidrológiai Szimpózium, Budapest, p. 50–64.
20. LIPTAI E.—MAJOROS Zs. (1967): A barlangok morfológiájára ható tényezők vizsgálata. — TDK dolgozat, Miskolc.
21. MARKÓ L. (1961): Kalciumkarbonát és magnéziumkarbonát elegyek oldhatósága vízben széndioxid jelenlétében. — Karszt- és Barlangkutatás, I. p. 25–28.
22. SÁRVÁRY I. (1971): Víznyomjelzés az Alsó-hegy zombolyaiban. — Karszt és Barlang, I. p. 25–32.

CONTRIBUTION TO THE HYDROCHEMICAL EXAMINATION OF THE VIZES CAVE AT LÉTRÁS

The Vizes Cave of Létrás is in the Great Plateau of the Bükk Mountains, Northern Hungary. It is an active sinkhole, so that both the inflow of surface waters and the subsurface drainage and stagnant and dripping waters can be observed in it. In addition to the main constituents of the water samples,

the trace element content was also determined. For tracking the variation of the ion content of the water samples from the solid and unconsolidated rocks in the cave were subject to chemical, DT and X-ray analyses.

The following conclusions have been drawn:

1. It is the dripping waters that have the lowest average ion content within the cave.
2. The trend of the difference in the average of the various water samples is constant.
3. The sulphate ion content of the waters is high compared to the data known from the literature.
4. The ion content of the waters derives partly from the neighbouring shales and the air, partly from the limestone and the cavity-fill.
5. The ion content of the waters changes from one point to the other, dissolution and precipitation depend on the instantaneous physico-chemical parameters.
6. The formation of stalactites or stalagmites is most intense there, where the sulphate ion content is considerably lower than the average.

ДАННЫЕ К ХИМИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ ВОД ПЕЩЕРЫ ЛЕТРАШИ—ВИЗЕШ

Пещера Летраши—Визеш находится в Северной Венгрии на Большом плоскогорье Бюккских гор. Пещера с активным поглощением воды, т.о. в ней в одинаковой степени можно изучать втекающие, приливные, стоячие и капающие воды. Кроме главных составляющих проб воды, определяли также содержание микроэлементов. Для прослеживания изменения содержания ионов в воде на образцах, взятых из твердых и рыхлых пород пещеры, проводили химический, ДТА и рентгеновский анализ.

Установили:

1. Среднее содержание ионов капающих вод является самым низким в данной пещере.
2. Разница средних значений различных типов воды в своей тенденции постоянна.
3. Содержание сульфатов в воде чрезвычайно высоко по сравнению с литературными данными.
4. Содержание ионов происходит с одной стороны из окрестных глинистых сланцев и из воздуха, а с другой стороны из известняков и материалов, заполняющих пустоты.
5. Содержание ионов в воде меняется от точки к точке, растворение и выделение зависит от физико-химических параметров в данный момент.
6. Образование сталактитов наиболее интенсивно в местах, где содержание сульфатов значительно ниже среднего.