

Karsztok kutatója

Beszélgetés
JAKUCS LÁSZLÓVAL

– *Professzor úr Sarkadon született és az a vidék nem a karsztjelenségeiről és cseppkőbarlangjairól híres. Hogyan lett mégis karsztmorfológus, illetve barlangkutató?*

– Minél messzebből indult el az ember, annál nagyobb utat kell bejárnia. Logikus, hogy így többet is leshet meg a világból. Édesapám Sarkadon volt tanító. Ott gyerekeskedtünk Pál öcsémmel együtt. Tudja, ő az az akadémikus ökológus Debrecenben. Apám nagyon szerette a természetet és bennünket is ebben a szellemben nevelt. Sokat barangoltunk az erdőkön, mezőkön, és otthon az ürgéktől kezdve a kígyóig mindenféle állatot próbáltunk szelídíteni. Az elvont tudományoknál, eszmélésemtől fogva, jobban érdekelt maga a természet.

A debreceni gimnáziumban egyik kedves tanárom, dr. Hoffer András, jó nevű geológus volt. Nyaranta a Magyar Állami Földtani Intézet megbízásából geológiai felvételeket, térképeket készített Erdélyben és a Felvidéken. Láttam, hogy pokolian vonzódok az ásványokhoz, ezért magával vitt napszámosként. Kitűnő iskola volt. Az ő példája nyomán határozta el, hogy geológus lesz. Amikor leérettségiztem, az országban sehol nem volt geológusképzés. Debrecenben remény sem volt rá, hogy valaha is indul, ezért Pesten megpályáztam az Eötvös Kollégiumot. Három tanári szakot vettem fel: a földrajzot, a biológiát és a kémiát. Le is tettem az alapvizsgát mindegyikből, de harmadéves koromban, amikor az ELTE-n megindult a geológusképzés, nyomban átváltottam erre a szakra. Soha nem bántam meg azt az időt, amit a kémiára és a biológiára „vesztegettem”, mert a geológia és a később szívszerelmemmé váló geomorfológia szorosan érintkezik ezekkel a tudományokkal.

Kapcsolatom a barlangokkal nem ünneplés aktussal kezdődött, hanem egy csúnya balesettel. Kollégiumi szobátársammal, Leél-Össy Sanyival, elmentünk a Remete-hegyi Hétlyuk-zsombolyhoz. Nem volt megfelelő felszerelésünk, és azt sem tudtuk, hogyan kell egy mély



lyukba leereszkedni. Sanyi, aki később szintén karsztmorfológus lett, egy derekamra kötött ruhaszáritó kötéllel engedte le. A kötélt rövidebb volt, mint amilyen mély az üreg, de szerencsére fönt a végét kikötöttük. Órákig függtem ott, mire vissza tudtak húzni. Utána hetekig élet és halál között lebegtem. Amikor felépültem, újból elmentem a zsombolyhoz, de már kötéllel másztam le. Odalent körül volt a nyirkosságnak, a csendnek és a sötétségnek az az együttese, ami a mély barlangokra annyira jellemző. Egészen más világ ez, mint a felső, a napfényben fürdő. Nem tudtam szabadulni tőle, újból és újból visszatértem.

– *Melyik volt az első „szűz” barlangja?*

– 1946-ban a turistaegyesület, amelyhez tartoztam, kapott egy levelet Dorogról. Bányászfiúk számoltak be arról, hogy a város határában van egy mély lyuk, amelyben a ledobott kő sokáig gurul lefelé. Az üreg száját katonák robbantották ki bunkerépítés közben. Jó lenne megnézni, de nekik nincs hozzá a kellő felszerelésük. Elindultam. Akkor voltam húszéves, épp befejeztem

az első évemet az egyetemen. Csodálatos barlang volt! Később bebizonyosodott, hogy a föld talán legszebb hévforrásos barlangjába jutottam be. A legmélyebb termébe ugyan első alkalommal még nem sikerült leereszkednem, mert ehhez kötélhágcsóra lett volna szükség, de később Venkovits Istvánnal, a Földtani Intézet igazgatóhelyettesével, feltérképeztük, és tudományosan is feldolgoztuk a Sátorkő-pusztai-barlangot.

Nagy sikerélmény volt ez nekem, fiatal egyetemistának. A barlangok iránti érdeklődésem olthatatlanná vált. Amikor az ember ifjú és tette kész, elébe megy a kihívásoknak. Talán ez az oka, hogy mindig a legnehezebben járható barlangokat kerestem fel. Egyedül jártam végig őket, mert abban az időben még nemigen akadt társam ezekre a ruhaszáritó, nadrárszaggató túrákra. Megérte, mert sok tudományos problémára, amelyek később vetődtek fel a különböző genetikájú barlangokkal kapcsolatban, szinte magától értetődően tudtam magamnak válaszolni. Nem biztos, hogy akkori munkahipotéziseim minden esetben véglegesek lettek volna, diákkori tudásszintemnek azonban megfeleltek.

– *Melyek voltak az első tudományos problémák, amelyeket megpróbált megoldani?*

– Ilyen volt például a gömbfülkék keletkezése a hévforrásos barlangokban. Nem vitás, hogy az alulról emelkedő víz teljesen kitölti az üregrendszeret, miközben gomolyogva áramlik fölfelé. Turbulenciái alakítják ki az üreg gömbformáját. De azt is megfigyeltem, hogy ezek fala rendkívül puha, helyenként az ujjam 6-8 centiméterre is belemélyíthetem. A lágy réteget lekaparva ott volt alatta a kemény kőzet. Kezdetből fogva gyanítottam, hogy ez a mállottnak tűnő, de csupán szerkezetében megváltozott mészkő egyik tényezője lehet a gömbfülkék kialakulásának. Mintákat vettem belőle és ásványtanilag és kémiaiilag is elemeztem. Kimutattam, hogy a málladozó rétegben nagyon finom, szórt állapotú gipsz található, míg az ép kőzetben ilyen nem fordul elő. Szerintem ez arra

utalt, hogy a hévforrás vize kénsavat is tartalmazott. Addig a mélységig, ameddig a termásvíz be tudott hatolni a kőzet porusaiba, a kénsav cserebomlásba lépett a mészkővel. Így kalcium-szulfát keletkezett, de az adott magas hőmérsékleten kristályvíz nélküli anhidrit formában. Az anhidritről tudni kell, hogy ha lehül és lehetősége van arra, hogy vizet vegyen fel – márpedig erre egy bányanedves környezetben van mód –, akkor kristályvizet épít be a szerkezetébe, és átalakul gipszré. Ez az átkristályosodási folyamat kb. 32%-os térfogat-növekedéssel jár. És ez az, ami menthetetlenül szétporlasztja, szétfeszíti a kőzetnek azt a vékony felületi szféráját, amelyet átitatott a termásvíz.

Sok izgalmas kérdést találtam a Budai-hegységben is. Ismeretes, hogy itt a földtörténeti közelmúltban hatalmas hévforrások működtek, jóval nagyobbak és melegebbek a maiaknál. Ezek kiterjedt dolomit- és mészkőtömegeket alakítottak át elporlasztva, átkovácsítva őket. Működésük nyomán persze barlangok is képződtek. A diplomadolgozatom témáját is erről a területről vettem.

– *Miért váltotta fel ezt a „hidrotermális kutatási korszakot” a hidegvizes karsztok kutatása?*

– Egyszerűen nem tudtam ellenállni a Bükk és az Aggteleki-hegység megejtő csábításainak. Az egyetem elvégzése után a Magyar Állami Földtani Intézetbe kerültem geológusnak. Eleinte a Víz-földtani Osztályon dolgoztam, majd 1950 nyarán a Bükk-hegységben a Diósgyőri Vasgyár részére végeztem dolomitkutatást. Eközben néhány önkéntes fiatal munkatársat összerendeztem alakítottam egy barlangfeltáró csoportot. Az ő segítségükkel fedeztem fel a Létrástetőn a Vizes-víznyelőbarlangot.

Azután Aggteleken fészegtettem tovább a hazai karsztok titkait. 1952 elején vízfestéssel vizsgáltam a Baradla patakját. Ennek eredményeként jöttem rá, hogy hibásak a korábbi elméletek a barlang keletkezéséről és az itt csörgedező Styx-patak további folyásáról. Ez a vízfestés végül a hatalmas méretű aggteleki Béke-barlang felfedezésének vált a kulcsává, de ennek a történetét már több könyvemben részletesen ismertettem.

A Béke-barlang feltárása nemcsak a felfedezés izgalmas öröme jelentette számomra, hanem a karsztok genetikájáról kialakított, merőben új, tudományos elméletemnek, a hordalékeróziós barlangképződésnek döntő bizonyítéka lett.

Korábban az volt a felfogás, hogy a karsztjelenségek, mind a felszíniek,

mind a felszín alattiak, a beszivárgó csapadékvizek kőzetoldó munkájának a következményei. A víz a légkörből magával hoz némi szén-dioxidot, és ez a szénsavas folyadék oldja a mészkövet, hidrogén-karbonát formájában. A mészkőhegységek belsejében az oldás folytatódik. Ott, ahol a szivárgásból származó vizek a mélybe összefolynak, kialakul a barlang.

Sok ellentmondása volt ennek az elméletnek. Először is a beszivárgó víz nagyon hamar, már a felszín közelében, méasztelített oldattá válik a mészkő résrendszerében. Ha a víz mélyebbre szivárog a karszt belsejében, ott már semleges az oldás szempontjából. Valójában az figyelhető meg minden barlangban, hogy a mennyezeten átszivárgó vízcseppek nem oldják a mészkövet, hanem ellenkezőleg, lerakják a korábban felvett méasztartalmukat. Így keletkeznek a különféle akkumulációs termékek: cseppkövek, tataraták, bekérgeződések stb. Nyilvánvaló, hogy a karsztvíz idővel eltömlhet a még meglévő üreget is, nem pedig kivájja azt.

Ez a paradoxon sohasem hagyott nyugodni. A megoldást már 1947. március 15-én felismertem, amikor egy hirtelen barlangi árvíz elsodort a Baradlában. Vagy 800 méteren át hurcolt magával, míg keservesen partra tudtam kapaszkodni és teljes sötétségben vártam a mentésre. Még a víz zúgásán keresztül is hallottam a több méter magasan robogó árhullámok által sodort sziklatömbök dübörgését. Az ár levonulása után jól lehetett látni, hogy a magával sodort kövekkel milyen hatalmas mértékű rombolást végzett a folyosókon. A kemény sziklamedret néhol kimélyítette, máshol kiszélesítette, s mindezt egy-két óra leforgása alatt. Fel kellett ismernem, hogy a barlang alagútrendszerét nem a karsztvíz oldó munkája, hanem a nagy áradások víztömegeinek az eróziója mossa ki. A víz magával ragadja a felszínről be-mosott rengeteg homokot, kavicsot és hordaléksziklát, és ezek milliónyi vésőként gátítják a föld alatti folyóágyat. A nagy karsztbarlangok tehát nem mások, mint föld alatti medrek, boltozott folyó-völgyek.

– *Hogyan fogadták az új magyarázatot a karszthidrológusok és a geológusok?*

– Elméletem első megfogalmazása nem járt osztatlan sikerrel szakmai körökben. Minél több megfigyelést végeztem azonban e tárgyban, annál biztosabbá váltam az igazamban. Szerre a világon rengeteg olyan karsztfelszín ismerünk, amelyeken óriási méretű kőzet-oldódási jelenségek: dolinák, karra-lakzatok, uvalák stb. figyelhetők meg. Eze-

ket valóban a beszivárgó víz mészkőoldó tevékenysége formálta, de nincs a belsejükben barlang. Ugyanakkor bejártam olyan gigantikus barlangokat, amelyek fölött a mészkőfelszíneken nincsenek oldásos karsztformák. Ez a két folyamat, egyrészt a felszíni karsztformákat létrehozó oldás, másrészt pedig a barlangképző folyóvízi lineáris erózió, egymástól független, egymást nem feltételező tényezők.

Minthogy a barlangok képződése nem a karsztvízoldó, hanem valamilyen sodró erejű áradmányvíz mechanikai koptató munkájának eredménye, azokban a mészkőhegységekben, amelyeknek nincsen idegen, „nem karsztos” vízgyűjtőterületük, nem is alakulnak ki barlangok. Nagy barlangrendszerek csakis olyan karsztokban keletkezhetnek, ahol a mészkőhegységbe kívülről származó, kemény hordalékot is szállító vízfolyások ömlenek. Ezeket B típusú (exogén, illetve allogén) karsztoknak neveztem el, míg azokat, amelyeket nem formálnak külső, a mészkőnél keményebb folyóhordalékot, A típusú (endogén, azaz autogén) karsztoknak kell tekintenünk. A nemzetközi szakirodalomban már elég régóta elfogadják és hivatkoznak tanításaimra, amelyeket angol nyelven Bristolban és New Yorkban megjelent könyvemben publikáltam.

Természetesen sok egyéb azonosító bélyeget is sikerült találnom a két fő karsztípus elkülönítésére. A B típusú karsztok felszínén például mindig vannak régi, inaktív, vagy ma is aktív folyóvölgyek, hiszen a külső származású folyók a medríket előbb a felszínen mélyítették ki, és csak később vágódtak be a föld alá. Az A típusú karsztokon azonban, ahol csak a mészkőre hulló csapadékok beszivárgása és oldása működik, nincsenek ilyenek. Ott csak dolinák és egyéb korróziós karsztformák keletkeztek.

– *Változtak-e a barlangkutatás módszerei az új karsztgenetikai elmélet elfogadása után?*

– Ez szükségszerű volt. Korábban a kutatók az oldásos karsztjelenségek megbontásával próbálkoztak új barlangokba lejutni. A dolinák nyílásait igyekeztek kitisztítani, de rendszerint nem bukkantak nagyobb üregekre. Én nem tévesztettem össze az oldásos dolinákat az eróziós víznyelőkkel. Csakis azokat az „inflexiós pontokat” érdemes megbontani, ahol egy felszíni „vakvölgy” átmegy felszín alatti folyásba. A barlang mindig ott kezdődik, ahol a vakvölgy véget ér. Az ilyen szemléleten alapuló barlangkutatások világszerte nagyon eredményesnek bizonyultak. Nem véletlen az sem, hogy Magyarországon az

50-es években sok nagy barlangot sikerült feltárni. Például az égerszögi Szabadság-, a vecsembükki Meteor-, a jósvafői Vass Imre- és Kossuth-barlangot, de említhetem a Bükk-hegységben a Pénzpataki-barlangot, vagy akár a Baradla „Alsó-barlang”-ját.

– A nagy „felfedező korszak” után hogyan alakult tovább professzor úr pályája?

– 1953 nyarán kineveztek az Aggteleki-cseppkőbarlang igazgatójává. Nagyon megörültem ennek a lehetőségnek, mert alkalmam nyílt néhány bonyolult és izgalmas kísérletet elvégezni a barlangban. Egyik ilyen volt a „faggyúfáklya expedíció”. A Baradla mélyén több helyen is találtunk olyan nyomokat, amelyek arra utaltak, hogy a neolitik kultúrák emberei ismerték és bejárták az egész barlangrendszert. Az ősrészeket ezt nem tartották lehetségesnek, mert szerintük a történelem előtti embereknek nem voltak még olyan megbízható világító eszközeik, amelyekkel mélyen is behatolhattak volna a rendszerbe. Szerencsére találtunk egy csiszolt kőkori csonkot, amely alapján rekonstruálni lehetett a fáklyájukat. Csalánrostokat áztattunk be fenyőgyantába, illetve faggyúba. A „korhű” fáklyákkal a kezünkben azután bebizonyítottuk, hogy ezzel az eszközzel emberőseink könnyedén bejáráhatták az egész hatalmas barlangot.

– És Aggtelek után?

– Meghívtak tanárnak a szegedi egyetemre, a Földrajzi Tanszékre, ezt 1963 nyarán el is fogadtam. Egy év alatt megszerveztem a Természetföldrajzi Tanszékét, amelynek 1964-től egészen nyugdíjba vonulásomig vezetője voltam. Tanszékem legfontosabb kutatási iránya természetesen a karsztomorfológia lett.

– A rossz nyelvek szerint ott alakult ki a Jakucs-féle karsztiskola, ahol mészkőnek nyoma sincs, az Alföld kelles közepén.

– Ez teljesen igaz. Szeged környéke csakugyan nem karsztos vidék, de amennyivel messzebb fekszik Aggtelektől, annyiival közelebb van a klasszikus karszterületekhez, a dalmáciai, a boszniai és a horvát karsztokhoz. Nem múlt el év, hogy legalább egyszer ne jártam volna azokban a régiókban. De kutattam a trópusi karsztokat is, többek között Kubában.

– Szegeden milyen új eredmények születtek?

– Szegedi időszakomhoz kapcsolódik a karsztomorfogenetika tudományágá fejlesztése. A mészkövek természetbeni oldódásának igen bonyolult feltételrendszerét itt már korszerű eszközökkel

vizsgálhattam. Sikerült kimutatnom, hogy a növényzetnek és a talaj biológiai folyamatainak hegemonikus szerepük van a korróziós karsztfejlődésben. Ezért fogalmaztam úgy dolgozataimban, hogy „a karszt biológiai produktum”. A korábbi felfogás szerint az esővíz a levegőből vesz magához szén-dioxidot, amittől gyenge savvá válik, s ez a sav oldja a vele érintkezésbe kerülő kőzetet. Sehogyan sem tudtam ezt a magyarázatot összeegyeztetni azokkal a megfigyeléseimmel, amelyeket a magas hegységek (pl. az Alpok) hideg karsztjaiban tettem. Ott ugyanis bő a csapadék, a hideg eső a szén-dioxidot is jobban kioldja a levegőből, a barlangokban mégsem képződnek cseppkövek. Azaz a cseppkőképződés első fázisának az oldódásnak a dinamikája igen alacsony fokú. Ez döbbenett rá, milyen óriási szerepe van a bioaktív karsztalakoknak az oldódásban. A mészkövet fedő talajrétegben rengeteg szénsav és sok szerves sav is keletkezik. Ezek határozzák meg a mészkő korróziójának intenzitását. Mérések százaival bizonyítottam, hogy csupán a néhány centiméter vastagságú talajban, megfelelő hőmérsékleti és nedvességi viszonyok között, olyan intenzív biológiai folyamatok zajlanak, amelyek valósággal ontják a szénsavat. Ez a mikroorganizmusok anyagcseréjének a következménye. A talaj tehát egy nagy vegyi gyár. Karsztjainak belső légterében a talajban a szén-dioxid elérheti, sőt meg is haladja a 10%-ot! A külső levegő 0,03%-os koncentrációjával összehasonlítva, bizony több százszoros a nagyságrendi különbség. A csapadékvíz a légkörből nagyon kevés szén-dioxidot hoz magával, zömében a talajból veszi fel a rengeteg szénsavat. Persze csak akkor, ha van az adott karszton talaj.

– Hogyan lehet összeegyeztetni ezt a modellt azzal a ténnyel, hogy Európa legnagyobb karsztvidéke a Balkán-félszigeten csaknem teljesen kopár, nem fedi talaj?

– A balkáni karsztok félelemes kopársága egyáltalán nem mond ellent a biogenetikus karsztmodellnek. Sőt, éppen egyik bizonyítéka annak. Ha lepusztul a növényzet és a talajréteg, a karsztokorrózió is leáll. Korábban azt tanultuk, hogy a kopárság a karsztok legfőbb jellemzője. Ez óriási tévedés volt! Hiszen az erdőszűltség, a talajborítottság a természetes állapotuk, mint bármely más kőzetből álló felszínnek. Kopárrá főleg antropogén hatásra váltak a Balkánon. A dalmát tengerparton nagy szükség volt fára a hajóépítéshez, fűtéshez, főzéshez. Az erdőket kivágták, a fiatal hajtásokat kecskékkal lelegeltették. Csakhogy az elkopárosodással meg-

szűnt a biogenetikus oldódás is! A karsztok elhaltak, „csontvázza” váltak. Olyan ez, mint az élőlények elpusztulása. A kutya csontváza addig nő, ameddig izomszövet és bőr borítja. Amikor már kipreparálják, és a biológiai szertárban a tanulók elé kiállítják, szép fehér, de biztos, hogy már nem fejlődik tovább.

– A legújabb kori antropogén hatások mennyire veszélyeztetik a barlangokat?

– A barlangok ugyanúgy részei a természeti valóságnak, mint a hegyek és az erdők. Szükségszerű, hogy környezetünk trendszerű állapotváltozásai szintén jelenkezzenek a barlangokban. Ezelőtt tíz évvel vettem észre először, hogy a savas esőknek, illetve a savas ülepedéseknek bizonyos áttételei már a felszín alatt 100–200 méter mélyen is kimutathatók. A cseppköveken kimaródási, visszaoldódási folyamatok indultak meg. Ezeket nagyon nehéz kémiaiilag értelmezni, mert érdekes módon nem csökkent a vízben oldott mésztartalom. De a karsztfelszín fedő talaj pH-ja eltolódott, és ez megváltoztatta a benne élő mikroorganizmusok anyagcseréjét. Pontosan még nem értelmezett áttételeken keresztül hatásaik a lefelé szivárgó vizek közvetítésével a mélyben is jelentkeznek. Nem lehet kizárni, hogy magában a cseppkőképződésben is szerepük van bizonyos mikroorganizmuspopulációknak. A nyomelemek arányának eltolódásai, amelyek savas ülepedések következményei, ugyancsak érintik a cseppkőképződési folyamatokat. Szerencsére nem minden cseppkő egyformán érzékeny, és nem is mindegyiken jelentkezett már a degradációs folyamat. Belgiumból Eck professzor üzent, hogy munkatársaival ő is észlelte ezeket.

A savas esőknek a barlangi cseppkövekre kifejtett hatásairól hírt adó tudósításomat épp a „Természet Világa”-ban tettem közzé. Hazai szakmai körökben nagy ellenérzést váltott ki. Azzal érveltek, teljesen logikusan, hogy a sav nem juthat le a mészkőben a barlangok mélységéig, hiszen pufforolódik a karbonátokon. De hát nem is a savak jutnak le közvetlenül, hanem ezek kémhatása révén kialakult talajmikrobiológiai változások különböző, részleteiben még ismeretlen csatornákon jelentkező, áttételes hatásai. Amióta a külföldi szakemberek visszaigazolják a világ más részeiről is a megfigyeléseinket, a magyar speleológusok is kezdik felismerni a degradálódó cseppköveket.

Az interjút készítette:
BUKA ADRIENNE