

Sasvári Tibor

ÓCEÁNIKUS KARSZT SRI LANKA (CEYLON) SZIGETÉN

ÖSSZEFOGLALÁS

A II. Csehszlovák Barlangbúvár Expedíció tagjai 1977 áprilisában barlangkutatókat folytattak Sri Lanka északi részén, Jaffna-félszigeten. Az expedíció a Szlovák Barlangkutató Társulat védnöksége alatt szerveződött meg, és fő tudományos célkitűzése az volt, hogy adatokat gyűjtsön az óceánikus karszt típus (korallsziget-karszt) fejlődési mechanizmusáról.

A Jaffna-félsziget Sri Lanka északi kifutása, melyet keskeny, homokos nyelv köt össze a szigettel. A lagunák a félsziget 1036 km² összterületének 10%-át veszik el, miközben északi és keleti részre tagolják.

Jaffna-félsziget földtani fejlődése szoros kapcsolatban volt India és Sri Lanka geológiai viszonyai-val. Gondwana és a miocén közti időszakot száraz terület jellemezte. A további fejlődés keskeny és sekély tenger létrejöttét eredményezte India és Sri Lanka között, melyben idővel sok fajta fosszília ülepedett le. Legjobban a *Taberina malabarica* (Carter) terjedt el, mely segítségével a jaffnai mészkő kora a burdigalái emeletbe helyezhető. A meleg, tiszta és sekély tengerben különböző korall-kolóniák növekedtek, és ezzel hatalmas zátonyok jöttek létre. A jaffnai mészkő egy 70–100 m vastag táblát alakít ki, mely fedőként borul a manari fácies legfelső rétegeire.

Sri Lanka területe elkerülte az intenzív himalájai orogenezis hatását, a miocén korabeli rétegsorokat csak periférikusan érintette, és nem jöttek létre gyűrődések. A tektonikai aktivitás csak függőleges irányban érezte hatását oly módon, hogy az egész szedimentációs terület külön álló tektonikai szigetekre tagolódott fel. A törésvonalak ÉK és ÉNy felé orientálódtak. A jaffnai mészkőtábla tengerszint feletti magassága nem haladja meg a 12 m-t.

A jaffnai mészkő kemény, részben kristályos, kompakt, kevésbé réteges, krémsárga színű kőzet. Némely fosziliában gazdag réteg hamarabb pusztul le. A homokos kőrétegek sokszor magnetitot, gránátot, zirkont, monazitot vagy csillámpalát tartalmaznak. Ezek az ásványok megtalálhatók a Vijayan rétegsor kristályos paláiban, ahonnan lepusztulás útján kerültek a mészkővekbe. A mészkő különböző kővületfajtaikat tartalmaz, pl. foraminiferát, lamelli-branchiatot, gastropodát, echinoideát, briozoát, antozoát.

A karszt formakincse

A félszigeten gazdag karsztjelenségek figyelhetők meg. A mészkőtábla felületén oldásos karsztjelenségek alakultak ki, melyeket részben terra rossa fed. A felületi karsztjelenségek (karrok) gyökérszónája 0,2–0,5 m, helyenként 1–1,5 m mélységig terjed.

Gyakori az ún. „pond” előfordulása, melyek általában sekély depressziók. Átmérőjük eléri a 60 m-t, viszont mélységük nem haladja meg az 1–7 m-t. Édesvízzel vannak kitöltve, aljukon agyagos üledék felhalmozódásával. A pondok létrejötte a tektonikai irányvonalak keresztezése által magyarázható.

A jaffnai barlangok a talajvíz szintje feletti zónában erózió-korrózió, a szintvonal alatti zónában pedig csak korrózió által jöttek létre.

Száraz barlangrendszerek

E barlangok létrejöttekor nagy szerepet játszott a vertikális, helyenként a horizontális tektonika. Ezek a gyenge helyeken utat talált a csapadék-víz a föld felszíne alá, miközben a keskeny repedések a mészkő kémiai összetételétől függően szélesedtek. Függőleges kémények jöttek létre, melyek szabályosan kialakult vízszintes üregekkel kötődtek össze. Ilyen jellegű barlangok Kerudavil mellett a Sinna és Perya Mandapan falucskák között találhatók.

Ennek a barlangrendszernek az irányfutását az általános ÉK és ÉNy tektonikai vonalakkal lehet egyeztetni. Csak helyenként található kis méretű, recens mésztufaképződmény. E barlangok alja kőzettörmelékkel és denevérguanóval van kitöltve. A környező kőzet gyengén összeálló, általában szét-eső, gasztropodás mészkő. A legfelső litológiai réteget masszív, fosziliában gazdag mészkő képezi, mely természetes barlangmennyezetet alkot, és több 5–50 cm átmérőjű, 1–30 cm mély, gömb alakú bemélyedést foglal magába. Az átszivárgó víz korróziója és a gravitációs lepusztulás által jöttek létre.

Helyenként a kalciumhidrokarbonátban dús víz a fal mentén csurog le, miközben vékony kalcitkéreg alakul ki. Színük fehér, szürkésfehér és krémsárga. A barlang alján a talajvíz szintváltozásai következtében 3–120 cm magasságig korróziós üregek képződtek, melyeken másodlagosan cseppköves képződmények találhatók. Ezek elérik a 30 cm magasságot és 5–10 cm vastagságot is.

Abráziós-patakmedres barlangrendszerek

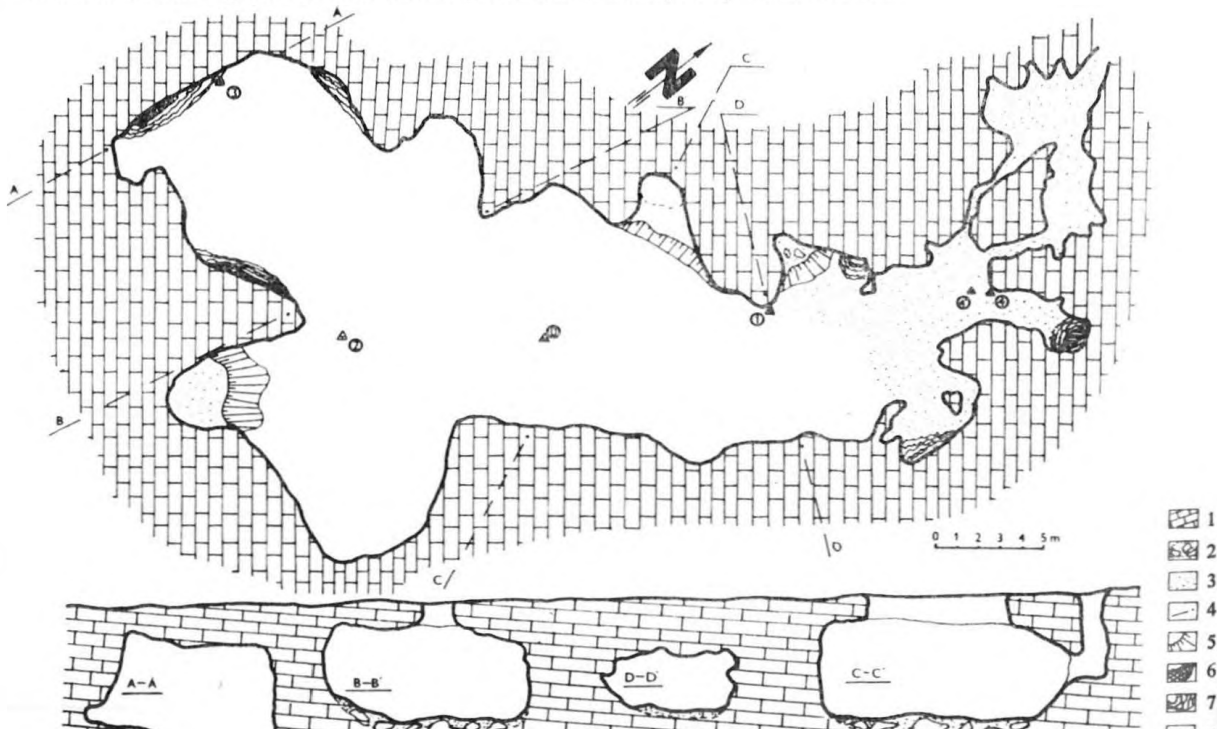
A magasabban kiálló mészkőszirtek nagy vízgyűjtő területeket képeznek. A leszivárgó csapadékvíz vagy a mélyben felhalmozódott karsztvízzel keveredik, vagy különböző édesvízi forrásból tör elő. A vízlevezető irányok különböző mélységekben vízszintes patakmederrendszert képeznek, melyek sokszor a tengerparton létrejött abráziós barlangokba torkollanak. Ilyen barlangok Kankessanthuraj mellett elérik a néhány 10 m hosszúságot is. Sok közülük bejárható.

Források

Édesvízi források főleg a félsziget északi részén, Senthankulam, Keerimalai és Palali között törnek elő $-0,5$ és $+3$ m szintmagasságok között. A félsziget hidrográfiaja nem egyöntetű, és ezért több önálló édesvízi övezetre osztható. Az alacsony tengerszint feletti magasság (12 m) akadályozza az elegendő hidrográfiai nyomáskülönbségek kialakulását, melynek a hatása az apály-dagály zónában mutatkozik meg. Dagály esetén a tenger szintje 1 m-t növekszik, ami elegendő ahhoz, hogy az édesvíz kitörési irányát a forrásokban ellenkező irányba terelje.

A Kerudavil-barlang alaprajza és metszetei. Jelmagyarázat: 1 jaffnai mészkő, 2 törmeléken aljazat szerves anyagokkal keveredve, 3 agyagos hordalék szerves anyagokkal, 4 a metszetek iránya, 5 lejtős felszín, 6 cseppkövek, 7 mésztufa, 8 mérőpontok.

Plan and sections of the Kerudavil Cave (Sri Lanka) surveyed by Tibor Sasvári



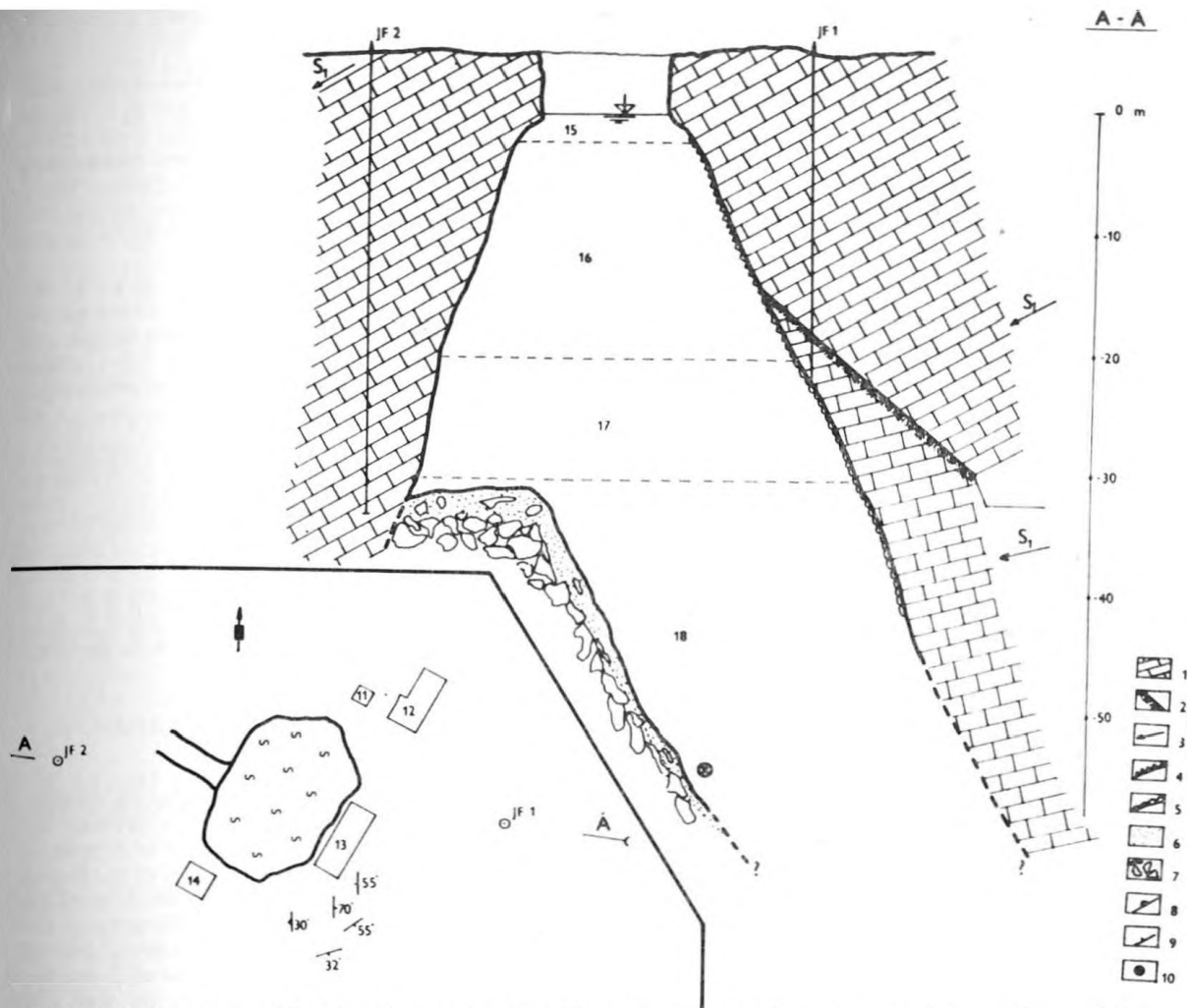
Vízalatti karsztjelenségek

A karsztjelenségek döntő többsége a talajvíz szintje alatt alakult ki az általános ÉK és ÉNy irányokban. E feltevést természetesen kutak, depressziók, pondok irányrendszerei, sőt a vizek kémiai elemzése is alátámasztja, melyek a Cl-ionok növekedésére utalnak. Ez a tengervíz földalatti betörését bizonyítja a mészkőtábla tektonikai vonalai mentén.

A víz alatti karsztképződés mechanizmusát egy természetes szakadékban, a Tidal Well-ben lehet tanulmányozni Putturu falu közelében. Felső része egy 14×11 m felületű ovális tavat képez. A tó vízszintje 5 m mélyen kezdődik a szakadék szélétől. A falak 2 méternyire a víz alatt 60° dőlésszögben szélesednek. 35 méter mélyen egy törmelékű csúcsa kezdődik, melynek oldalai É–Ny irányban $45-60^\circ$ alatt lejtnek túl a 65 m mélységen.

A szakadékot kitöltő víz kémiai vizsgálata sajátos rétegződésről tanúskodik. A víz kloridiontartalma fokozatosan növekszik 11 m mélységig 48 mg/l-ről 115 mg/l-re, ezt a vízréteget tehát még édesvíznek tekinthetjük. A konduktometria (vezetőképességi titrálás) értékei 1900-ról 4900-ig növekednek, a HCO_3 tartalom eléri a 0,70 értéket és az átlagos pH-érték 7,36. A víz hőmérséklete $30,6^\circ\text{C}$.

A 11–15 m közötti mélységben a kloridiontartalom 115-ről 480 mg/l-re növekedett, 20 m mélységben elérte a 900 mg/l-t. (Az utóbbi pontatlan mérés.) A konduktometria értéke 22 000-ig növekedett, viszont a HCO_3 -tartalom 0,65-re csökkent, a pH-érték pedig 7,65-re növekedett. A víz hőmérséklete $30,56^\circ\text{C}$. Ezt a vízréteget felsős (brakos) víznek tekinthetjük.



A Tidal Well nevű vízzel kitöltött karsztakna függőleges metszete és alaprajza (az alsó sarokban). Jelmagyarázat: 1 jaffnai mészkő, 2 közethasadék agyaggal és mészkőtörmelékkel kitöltve, 3 a rétegek dőlése, 4 éles, szögletes lepusztulásfelület, 5 legömbölyített lepusztulásfelület, 6 agyagos üledék szerves anyagokkal keverve, 7 kőtörmelékes aljzat, 8–9 a rétegek dőlésiránya, 10 a búvárok által elért mélység, 11–14 épületek, 15 esővíz, 16 édes karsztvíz, 17 brakvíz, 18 sós karsztvíz, JF 1 és JF 2 geológiai fúrások.

Plan and vertical section of Tidal Well Shaft (Sri Lanka, Jaffna Peninsula) surveyed by Tibor Sasvári.

Búvármerülés közben a brakvíz zónájában erős csillogást tapasztaltunk, mely nyilvánvalóan a napsugarak interferenciája által jött létre. A víz borsózöld színeződésbe ment át. A brak- és az alsó sósvíz határán vékony, néhány cm vastag fehér vízréteget figyeltünk meg. E réteg a sűrűbb sósvíz tetején úszott, és nemcsak kémiai, hanem optikai határt is képviselt.

A lejjebb elhelyezkedő sósvíz kloridiontartalma eléri, sőt meghaladja a környező tenger kloridiontartalmát (25 000 mg/l, Balázs 1978). Érdekes, hogy a mélyebb zónákban a kloridiontartalom 16 650 mg/l-re csökken egy 160 m mély fúrásból vett minta szerint. A mi konduktometriai méréseink 21 m-en erős ugrást jeleztek 32 000 értékre, amely tovább növekedve 29 m mélységben elérte az 50 000-es értéket. A HCO_3^- -tartalom 0,74-re növekedett, az átlagos pH-érték 7,48, tehát csökkenő tendenciájú. Vízhőmérséklet itt 30,5 °C. A vízréteg áttetszéese elsőrangú.

A karsztosodás folyamatát elsősorban az agresszív víz korróziója határozza meg, amely a jaffnai példa szerint több fázisú. Az első fázisban kis korróziós üregek képződtek a mélyben. Ez a mélységbeli korrózió több tényezőtől függ:

- hőmérséklet, melynek a hatása elenyésző,
- nyomás, mely egy kissé elősegíti, gyorsítja az oldást. A hidrográfiai nyomásváltozások igen kicsiny értékűek, és lényegében csak a Hold gravitációs hatásából eredő dinamikai nyomás jön számításba, ami gyenge vízmozgást okoz.
- Nagy szerepet játszanak a tengervízben feloldott különböző sók, melyek mint katalizátor hatnak és növelik a víz oldékonyságát, főleg az Na^+ és Cl^- ionok jelenlétében. A tengervízben feloldott NaCl , Na_2SO_4 és az MgSO_4 sók különböző hatással vannak CaCO_3 oldódásának a sebességére és mennyiségére. A CaCO_3 oldódása a NaCl jelenlétekor a legkisebb, de MgCl jelenlétekor a legnagyobb.

Azáltal, hogy (a—c) mint egy öszlet hat a mészkő oldódására, lassú, de korróziós folyamat jön létre. A tengervíz növekvő telítettsége diffúzió segítségével eliminálódik. Az oldhatatlan mészkőmaradék az üregek alján ülepedik le. A korrózió hatására szétmállott mészkövet a gravitációs lepusztulás hatása gyorsítja meg, és ezáltal jön létre a jellemző boltíves alakforma.

Ha a mészkő korróziója eléri az édesvíz alsó szintjét, fellép az üregek kifejlődésének a második fázisa. A létrejött magasabb vízagresszivitástól növekedik a korrózió sebessége, mely a különböző keménységű vizek elegyedéséből keletkezik. Ez a sajátosság a gradációs földtani felépítésből adódik. Kiegyensúlyozott hidrokarbonatikus oldatok különböző koncentrációjakra leválasztódik a maradék CO_2 , mely az adott körülményektől függően elpárolog, vagy további CaCO_3 oldódásához vezet. Másodlagos oldódásos folyamat alakul ki, az ún. keveredési korrózió. Az ismételt vízagresszivitás értéke annál magasabb, minél nagyobb a különbség a hidrokarbonátos oldatok eredeti koncentrációja között. Különböző keménységű kevert karsztvizek jobban oldódnak akkor is, ha a szabad levegővel érintkeznek, mert a CO_2 kipárolgása az oldatból a két médium találkozási felületén jön létre areálisan. Ez a folyamat lassú, míg a keveredési sebesség a víz komponensek keveredésénél lényegesen nagyobb, mivel a keveredő vizek turbulens mozgásban vannak, és ezért a közfelületet újabb vízrézseccskék érik.

A mészkő korróziója a két fent leírt fázis hatására egyenetlen. Növekedik a sós és brakvizek (30—20 m), brak- és édesvizek (18—13 m), karszt- és csa-

padékvizek (5—1 m) és csapadékvizek a levegővel érintkezésbe jövő felületek környékén, ahol agresszívabb keveredési korrózió jön létre. Lépcsőzetes korróziós formák alakultak ki a szakadék falán, melyek a gravitációs leállás hatására könnyebben pusztulnak le. Kissé lépcsőzetes tagozódás észlelhető a ferdén lejtő szakadék falain is.

A vízalatti karsztrendszer jelenleg csak bűvártechnika segítségével lehet kutatni, és ahová csak a Tidal Well szakadékon keresztül lehet bejutni. Ez eléri a 65 m mélységet, mely végül is egy horizontális barlangrendszerbe megy át. A távolabbi üregek kutatását a meglehetősen nagy mélységek meglehezítik.

Ing. Tibor Sasvári
Tr. SNP. 42.
040 01 Košice
Csehszlovákia

I R O D A L O M

BALÁZS DÉNES (1978): Egy óceáni szigetkarszt típus: a ceyloni Jaffna-félsziget. — *Földrajzi KözL., Budapest, 1978/2.*
KULARATNAM, K. (1973): Karst Phenomena in Ceylon. — *Abstract of papers submitted to the Int. Congress of Speleology, Olomouc. p. 46.*

OCEANIC KARST ON SRI LANKA (CEYLON)

In April 1977 the members of the II. Czechoslovak speleodiving expedition made several dive explorations in Sri Lanka (Ceylon). The expedition left Czechoslovakia under the auspices of the Slovak Cave Association to study the mechanism of the oceanic karst forming. Rich karst phenomena had been found out from which the forming of oceanic karst is the most interesting. This type of karst had been studied in Tidal Well in a precipice filled with water whose depth reaches 65 m. At present this underwater karst system can be explored only by means of the diving technique.

ОКЕАНИЧЕСКИЙ КАРСТ НА ОСТРОВЕ ШРИ ЛАНКА (ЦЕЙЛОН)

Члены II Чехословацкой Экспедиции пещерных водолазов в апреле 1977 г. изучали заполненные водой пещеры в северной части острова, на полуострове Яффна. Перед Экспедицией была поставлена научная цель собирать данные о механизме развития так называемого океанического типа карста (карст коралловых островов). Полуостров Яффна сложен коралловыми известняками миоценового возраста, причем платформа возвышается едва на несколько метров над уровнем моря. Встречающиеся здесь крупные пещерные полости полностью заполнены водой, так что пещеры исследовать можно только водолажным методом. Публикуемые в статье данные исследователями были собраны в так называемом Тайдал Уелле глубиной 65 м.

A Tidal Well karsztakna nyugati oldala
The western rim of the Tidal Well

