

Dr. Kósa Attila — Dr. Smykatz-Kloss, Werner

## KORRÓZIÓS JELENSÉGEK A NAFÚSZA-HEGYSÉGBEN (LIBIA)

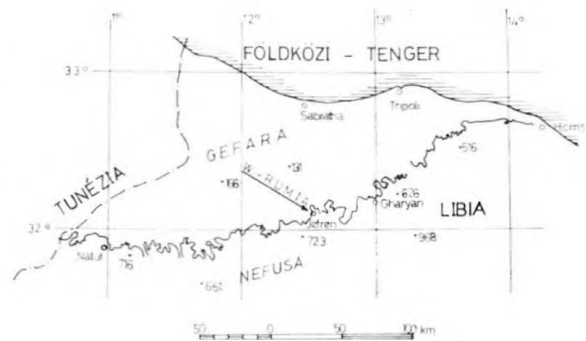
### ÖSSZEFOGLALÁS

*Az észak-tripolitániai (libiai) Dzsebel Nafúsa leszakadásában vastag dolomitrétegek bukkannak elő. Hidrogeológiai és szerkezeti vizsgálatok szerint a karszt kialakulásához hiányoznak a kedvező feltételek, a mintegy 300 km hosszú leszakadás recessziójában mégis a dolomit korróziója játssza a vezérszerepet. A szerzők a lepusztulás ciklusát egy reprezentatív területen, a Rúmija-völgyben tanulmányozták. A völgyben barlangok találhatóak, amelyek természetes — korróziós — eredetűek és utólag tágították lakásokká az itt élő berberék. Ezek a barlangok elsősorban archeológiai jelentőséggel bírnak. A cikk ismerteti a Rúmija-völgy „túluszbarlangjainak” eredetét, ásványait. Az egyedülálló „travertin”-képződmények (mészufasztalaktitok) itt kerülnek első ízben ismertetésre.*

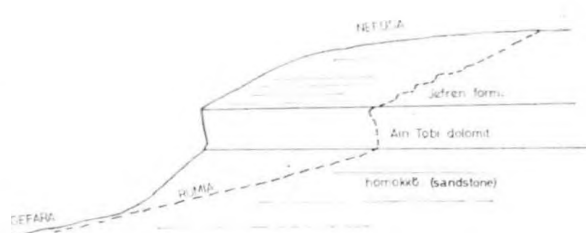
A libiai Dzsebel Nafúsa (Nafúsa-hegység, angol írásmóddal: Jabal Nefusa, olaszosan: Gebel Nefusa) Észak-Tripolitánia legjellegzetesebb geológiai képződménye. A hatalmas leszakadás, mely Chumsz (Homs) városától nagy sugarú ívben a tunéziai határig húzódik, helyenként 600 m-re magasodik a tengerig terjedő Dzsifára-síkság (Gefara) fölé (1. ábra). A leszakadás szelíd topográfiájú tábla-hegység peremét képezi. A középtriásztól a felsőkrétaig terjedő korú, váltakozóan parti és sekély tengeri üledéksor csaknem a leszakadás több, mint 300 km-es hosszán végigkövethető. A rétegek enyhe déli dőlése megszabja a hegység lefolyási viszonyait. A ritka, de nagy intenzitású esők, melyek elsősorban a hegység északi peremzónáján jellemzők, (délebbre a klíma sivatagos) kis eróziós hatással délre, részben igen meredek, rövid völgyekben északnak folynak le (2. ábra).

A csapadék jellege és a növényzet rendkívüli ritkasága a sivatagokra jellemző topográfiát hoz létre. A hosszan elnyúló leszakadás meredek és tagolt. Miután a kibukkanó rétegsor több tagja karbonátos kőzet — a korábbi leírások szerint mészkő — indokoltá vált az esetleges karsztjelenségek felderítése és vizsgálata. Elsősorban a megközelítési viszonyok függvényében a részletes vizsgálatok helyszínéül Jafran (Jefren) városa mellett fekvő Rúmija-völgyet (Vádi Rúmíja, Wadi Rumia) választották a szerzők.

A Rúmija-völgy mintegy 4 km hosszban hatol a Nafúsa-leszakadásba, oldalai függőleges sziklafalak, melyek észak felé kitölcésesedve csatlakoznak a leszakadás idealizált fő vonalához. A völgy déli végében az év nagyobb részében aktív patak



1. ábra. Észak-Tripolitánia térképvázlata  
Fig. 1 Sketch map of Northern Tripolitania



2. ábra. A Dzsebel Nafúsa (Nefusa) leszakadás vázlatos földtani szelvénye

Fig. 2 Schematic geological cross-section of the Jabal Nefusa escarpment

csatlakozik 46 m magas vízeséssel, mely hatalmas mésztufa anyagú „sztalaktitjaival” és a mintegy 20 méteres aláhajlással nagy barlangüreg benyomását kelti. A völgyet körítő sziklafalon számos barlangnyílás és intenzív korrózió nyomai láthatók. Ez utóbbi jelenségek vizsgálata vezetett a Dzsabal Nafúsza-leszakadás pusztulási mechanizmusának magyarázatához.

A Nafúsza-hegység néhány felső képződménye tanulmányozható a Rúmija-völgyben, bár a rétegsor legfelső tagja, a Gharyan dolomit ezen a szakaszon csak délebbre lelhető fel. Vizsgálataink ezért elsősorban a Sidi el-Said formációra szorítkoztak, melynek felső tagja a kevésbé ellenálló, vékony márga, gipsz, mészkő és agyagrétegekkel váltakozó Jefren-képződmény, mely lépcsősen, lejtősen csatlakozik az itt mintegy 40 m vastag Ain Tobi karbonátformációhoz. Utóbbi alkotja az említett fal-képződményt, mely az egész leszakadás elméleti vonalának tekinthető és melynek lepusztulása meghatározza a táblahegység lepusztulásának ütemét (3. ábra).

Az Ain Tobi formáció szintén vékonyan rétegződött, ám egységesen dolomit-képződmény. Jellemzőit tekintve potenciálisan jó víztartó réteg, de a közvetlenül alatta elhelyezkedő, nagy átteresztő képességű homokkő miatt nem tartalmaz vizet. Helyenként, ahol a homokkő nagyobb kiterjedésű agyaglencsét tartalmaz, kisebb időszakos források erednek az Ain Tobi dolomit alsó határán, melyek azonban nélkülözik a karsztforrás jelleget. Ennek ellenére barlangok és vízszintes oldásnyomok figyelhetők meg, utóbbiak nagyon emlékeztetnek anasztomózisra (kusza, labirintszerű, vízszintes elhelyezkedésű oldott járatrendszer a réteglapok mentén), mely intenzív, karsztvízszint alatti, rétegmenti szivárgásra utal. A jelenség fosszilis karsztképződésre

utalt, a részletes vizsgálatok során azonban fény derült az oldásnyomok igazi természetére, mely ugyan korróziós jelenség, ám semmiképpen nem nevezhető karsztnak (4. ábra).

Az Ain Tobi dolomit-formáció rétegei eltérő mértékben pusztulnak le. Az ellenállás mértéke függvénye a rétegek vízben való oldhatóságának. A legfelső réteg a legellenállóbb, ami annak tudható be, hogy ez a réteg nagy mennyiségű mikrokristályos kvarcot tartalmaz, mely helyenként teljesen felcserélte az eredeti dolomitot. A kvarc leggyakrabban kalcedon-konkréciók formájában fordul elő, melyek elérhetik a 20–25 cm átmérőt (5. ábra). Ezek a konkréciók oly mértékben megerősítik a legfelső réteget, hogy az sokkalta ellenállóbb a mállasztó hatásokkal szemben, mint a többi, ahol kvarc csak nyomokban található.

A formáció fő alkotója dolomit. Reprezentatív rétegeiből vett minták vizsgálata azt mutatja, hogy a kőzet 80 (térfogat!) %-nál nem kevesebb dolomitot tartalmaz. A kalcit alárendelt jelentőségű egy minta kivételével, mely a többenál mállottabb jellegű. Az 5. minta rétegében a kvarc szemcsés, makrokristályos (6. ábra). Albit jelenléte általános a mintákban, ez a dolomitosodás folyamatával társítható. Az albit helyenként kaolinná mállott, főleg az alsó rétegekben. A dolomit is részben oldódott, néhány rétegben magnézium-szegény „proto-dolomit” található. A hiányzó Mg kis másodlagos lerakódások-

3. ábra. A Rúmija-völgy látképe. Az Ain Tobi dolomit-fal felett a Jefren formáció lejtője látható

Fig. 3 View of the Wadi Rumia. Note the cliff of the Ain Tobi dolomite with the slope of the Yafrin Member above.



ban, üregekben és hasadékokban, magnéziumsulfátok formájában megtalálható. Az egyik friss minta maga is tartalmaz kis mennyiségben kieserítet ( $MgSO_4 \cdot H_2O$ ). További másodlagos ásványok a gipsz és kőso, mindkettő a mállasztó vizes oldatok csapadéka. (A részleteket lásd a táblázatban!)

*Az Ain Tobi dolomit ásványi összetétele*

Minta száma:	1	2	3	4	5	6
Ásvány						
Dolomit	90	90	94	90	80	83
Kalcit	1	1,5	—	2	10	1
Kvarc	1	1	1	1	3	10
Albit	6	7	3	7	2	3
Kaolinit	—	1	1	1	1	3
Kőso	2	—	—	—	3	—
Kieserit	—	—	—	—	1	—
Gipsz	—	—	1	—	—	—

(Az analízis röntgen-diffraktogramok alapján készült. A minták helyét a 6. ábra mutatja.)

A formációban fellelhető oldási formák a következőképpen csoportosíthatók:

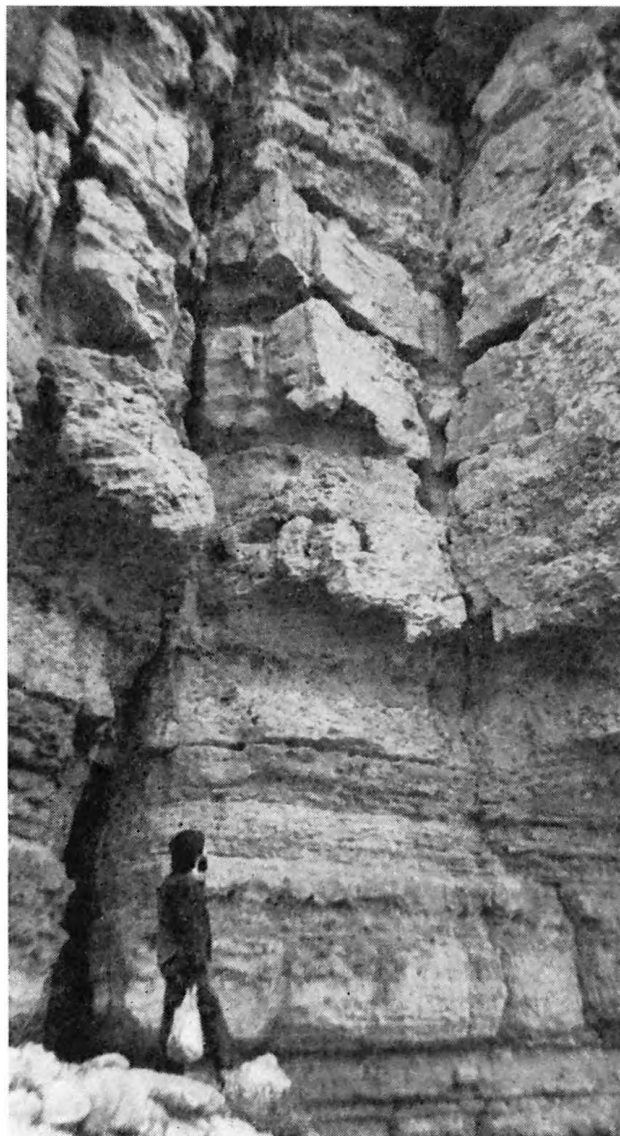
*A. Felületi oldás:* csaknem mindenütt előfordul, kivéve a friss omlások helyét. A dolomit tipikus formájában pikkelyesen mállik. Ez a folyamat kihangsúlyozottan mutatja a rétegek minőségi különbözőségét (6. ábra).

*B. Rétegmenti oldás* található azokon a helyeken, ahol a víz a rétegek között utat talált. Az ilyen típusú oldás a formáció „megroggyanását” jelzi, repedések alakultak ki, melyeken át a korábban masszívan álló rétegek közé jutott a víz.

*C. Hasadékminti oldás.* Leomlása előtt a sziklafal közete repedezett. A hasadékok mentén barlangi jellegű körülmények között szivárog le a víz és tágítja azokat. Ezek a hasadékok nem elég tágasak ahhoz, hogy bejárhatók legyenek, de tanulmányozhatók a lelazult tömbök eltávolodása (omlása) után.

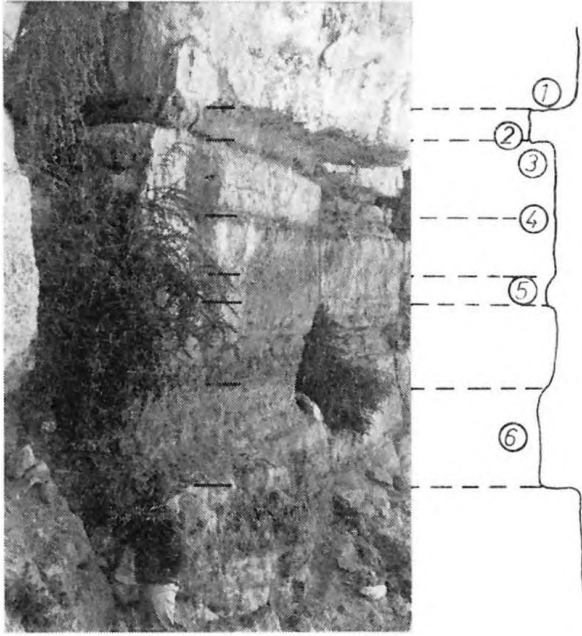
Habár jellegzetes karsztos képződmények nem alakulhattak ki ezen a vidéken, mégis arra a következtetésre jutottunk, hogy a hatalmas Nafúszaleszakadás lepusztulását karsztkorrózió okozza,

5. ábra. Szilikát-konkrécio  
Fig. 5 Concretion of Silica

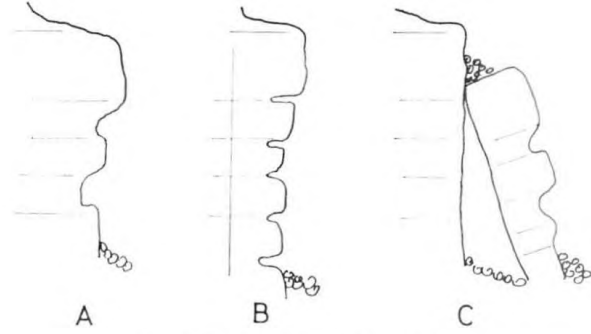


4. ábra. Anasztomózisra emlékeztető felületi korrózió dolomiton  
Fig. 4 Pseudo-anastomosis on dolomite cliff

miután a dolomitréteg az, mely pusztulásáig a többi képződményt stabilan tartja. A lepusztulás ciklusokból áll. A ciklus egy friss omlás alkalmával kezdődik (7/A ábra). A sima sziklafalat először a felületi korrózió támadja meg, ahogy a csapadékvíz filmet alkotva végigcsorog rajta. Az oldás előrehaladtával kialakul a fal relifje (7/B ábra). A magas kvarctartalmú legfelső réteg oldhatósága a legkisebb és ez is a legmasszívabb. Ennek a kalcedonos rétegnek a jelenléte adja meg a lepusztulás mechanizmusának jellegét. A lepusztulás első és második fázisában a legfelső réteg kevésbé érintett, helyenként több méterre kiugrik az alóla kioldott rétegek fölé.



6. ábra. Mintavételi helyek az Ain Tobi dolomit-falon  
 Fig. 6 Locations of sampling on the Ain Tobi dolomite cliff



7. ábra. A lepusztulás fázisai  
 Fig. 7 Phases of weathering

A korábbi stabilitás a kőzet nyomó-szilárdságának volt köszönhető, most húzó és nyíró feszültségek terhelik. Amíg a kalcedonos réteg bírja az igénybevételt, az Ain Tobi dolomit stabilizálja a leszakadás vonalát.

A dolomitréteg nem bukkan ki teljes vastagságában, csak néhány helyen, ahol mellékvízfolyások csatlakoznak a völgybe. Az ilyen helyeken a hegylábi törmelék az erózió eltávolítja. Másutt csak 20–25 méter vastagságban táru fel az Ain Tobi formáció, a többi törmelék takarja. Amikor a sziklafal lepusztulása kritikus szakaszába jut — a nyíró feszültségek meghaladják a nyírási teherbírást — a hegylábi törmelék meggátolja a nagy elmozdulásokat, omlásokat. A függőleges hasadékok, melyek a szikla-

8. ábra. A „barlangváros”  
 Fig. 8 The “Cave City”



fallal párhuzamosan, illetve arra merőlegesen keletkeztek, szabad utat nyitnak a lefolyó vizeknek, a dolomit oldása most már belülről is folytatódik. Előbb vagy utóbb a lezökkent tömb elcsúszik vagy eldől a szálban álló közettől, és a lepusztulási ciklus újból kezdődik (7/C ábra).

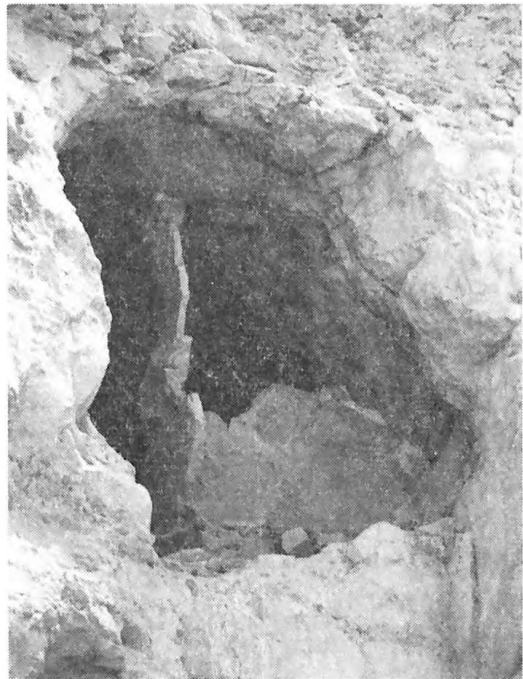
A Vádi Rűmija látványos és sokszor különös tája teljes egészében a fent leírt folyamat következménye. A különböző lepusztulási fázisok váltakozása az egész völgyben megfigyelhető. A szpeleológia szempontjából legérdekesebbek természetesen a barlangok, melyek nagy számban találhatók a völgyben. Ezek eredete talány volt a vizsgálat elején, ám a lepusztulási ciklus megértésével ez a rejtvény is megoldódott. Nem mindig könnyű a barlangok megközelítése, miután többségük a sziklafal tetején, vagy közepe táján nyílik.

A legjelentősebb előfordulás a „barlangváros” (8. ábra). Első vizsgálatra a barlangok csaknem teljes egészükben mesterségesnek bizonyultak. Mindenesetre annyira, hogy esetleges természetes eredetük nehezen lett volna bizonyítható. További kutatások kimutatták, hogy a barlanglakások olyan üregek kivájt, kitágított változatai, melyek eredeti formájukban nem voltak használatba vehetők. A természetes barlangok közül néhány érintetlenül maradt, ezeken világosan látható, hogy az oldás a réteghatár és a falra merőleges függőleges hasadékok találkozásánál ment végbe, melynek során négyágú, csillag formájú sekély üreg keletkezett, mint alapforma, melynek különböző variációi más-más módot adtak a tágításra, használatba vételre. Információink szerint a helybeli bербerek nem állandó lakóhely gyanánt használták az üregeket, hanem törzsi háborúik idején szolgáltak ezek a család és az állatállomány részére menedékkül. Más barlangok elhelyezkedésükből ítélve őrhelyek voltak. A nagyobb üregeket válaszfalakkal osztották fel. A trogloditok koráról felvilágosítást adni senki sem tudott, a sziklafal omlásai és a málladozó falak sok száz éves múltra utalnak (9. ábra).

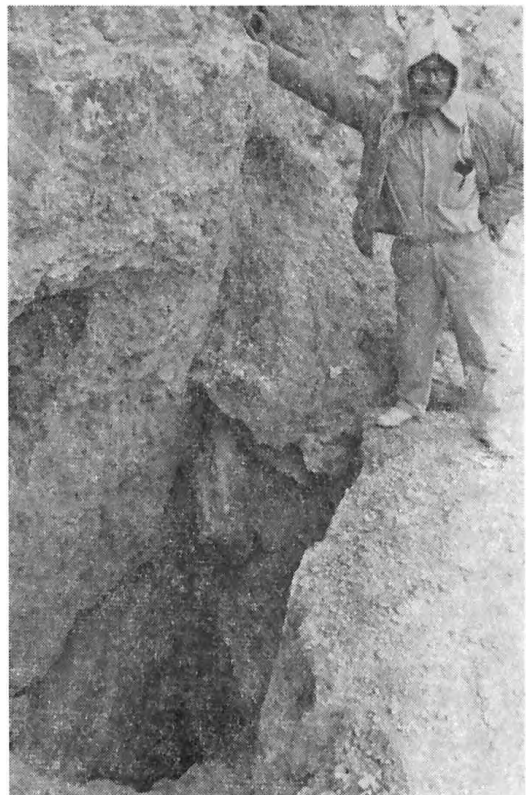
A Rűmija-völgy másik érdekes barlangtípusa a dolomitréteg lepusztulásának utolsó fázisához tartozó táluszbarlangok\*. Amikor a lezökkent tömb nem borul el a sziklafaltól, hanem a lábát megtámasztó törmelék csúszik el, táluszbarlang keletkezik. Ezek többnyire a tetejükön zárt sziklafolyosók. Van azonban olyan is, amely teljes mértékben lezárul és csak egy zomboly-szerű nyílása van (10. ábra). Ezek kutatása még befejezetlen. Az ismert legmélyebb 25 méter mélységű.

Bár igazi karsztról a Rűmija-völgyben nem beszélhetünk, mégis megtalálhatjuk a barlangokból ismert képződmények egy részét. Sztalaktitok és sztalamitok láthatók, melyek a zárt táluszbarlangokban az ismert módon keletkeztek. Ugyancsak ezekben a barlangokban, sziklafolyosókban és sziklafalakon

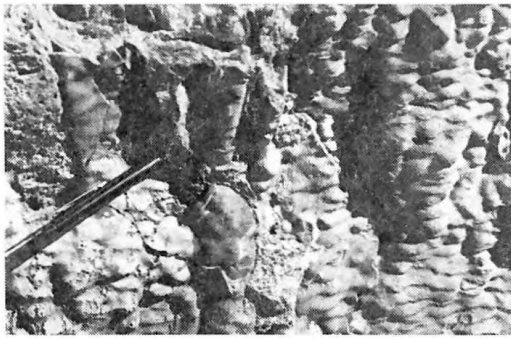
\* Az angol földrajzi szaknyelvben használt „talus” kifejezés magyarul durva törmelékletét jelent. A függőleges hegyperemek lábánál, a lejtő tetején nagyobb kőtömbök halmozódnak fel, amelyek közül a szél és a víz az apróbb kőzetrészeket elszállítja. Elfogadhatónak tartjuk az itt található üregekre a „táluszbarlang” elnevezés meghonosítását. (Szerk.)



9. ábra. Omladozó válaszfalak egy barlangban  
Fig. 9 Crumbling partition walls in a cave



10. ábra. Egy tálusz-barlang bejárata  
Fig. 10 Entrance to a talus-cave



11. ábra. Cseppkőbekéregzés a dolomit-falon.  
Fig. 11 Flowstone covering on the dolomite-cliff

nagy felületű, helyenként 10–15 cm vastagságú cseppkőbekéregzések találhatók, melyek a lepusztulás utolsó (C) szakaszában keletkeztek. A képződmények anyaga a röntgenvizsgálatok szerint kalcit, szerkezetük megegyezik a mészkőbarlangokból ismertekével (11. ábra).

A teljesség és érdekesség kedvéért szót kell ejtsünk a vizesítés alatt fejlődött, métert meghaladó méretű pszeudo-stalaktitokról, melyek anyaga mésztufa. A képződmény leírása máshonnan nem ismeretes, a szerzők „travertit” elnevezéssel más helyütt tárgyalják részletesen.

A Rómíja-völgy a több száz kilométer hosszúságú hegységnek csak kicsiny, jelentéktelen része. Kutatása az első szpeleológiai próbálkozás ezen a vidéken. A Dzsabal Nafúsza karbonátközetének további vizsgálata elsősorban ásványtani szempontból, valamint az üregek régészeti célú átkutatása még sok érdekességet ígér.

Dr. Kósa Attila  
Kövér Lajos u. 46.  
1149 Budapest

#### I R O D A L O M

- ASSERETO, R. – BENELLI, F. (1972): Sedimentology of the Pre Cenomanian Formations of the Gebel Gharyan, Libya. — *Symposium on the Geology of Libya*.
- FÜCHTBAUER, H. (1956): Zur Entstehung und Optik authigener Feldspäte — *N. Jb. Miner., Mh.* 1. p. 9–23.
- GEFLI (Groupement d'Etude Français en Libya): Soil and Water Resources Survey for Hydro-Agricultural Development. — *General Water Authority, Libya*.
- GEOLOGICAL MAP OF LIBYA. Sheet Tarabulus. — *Industrial Research Center. Libya.* 1970.
- GOUDARZI, G. H. (1970): Geology and Mineral Resources of Libya. — *U.S.G.S. Professional Papers*.
- SMYKATZ–KLOSS, W. (1978): Proto Dolomite from Ain Tobí Formation of the Jabal Nefusa, Tripolitania. — *Second Symposium on the Geology of Libya*.

## SOLUTION PHENOMENA IN THE DOLOMITES OF NORTH TRIPOLITANIA

In the great Jabal Nefusa escarpment in North Tripolitania, Libya, massive layers of dolomite are exposed. Local hydrogeological and structural studies proved, that there never existed possibilities for karst evolution. It is shown, on the other hand, that the corrosion of the dolomite layers is responsible for the recession of the 300 kilometer long escarpment. The authors discuss the cycles of weathering as functions of solution in a representative area, the Wadi Rumia. There are cavities in the valley, which are of natural origin, artificially enlarged later by local Berbers. These caves are mainly of archeological interest. The paper describes the origin and mineralogy of talus-caves and rock-corridors. The formations are similar to those in limestone-caverns. The most unique “travertites” (travertine-stalactites), that hang under the waterfall in the valley were hitherto not described elsewhere.

## ПРОЯВЛЕНИЯ КОРРОЗИИ В ГОРАХ НЕФУЗА В СЕВЕРНОЙ ТРИПОЛИТАНИИ

В обрыве Джебел Нефуза в Северной Триполитании (Ливия) выходят мощные толщи доломитов. По данным проведенных гидрогеологических и структурных исследований в данном районе отсутствуют предпосылки образования карста, тем не менее руководящим мотивом в рецессии обрыва протяженностью 300 км является коррозия доломитов. Рассматривается цикл размыва на примере показательного участка, в долине Румия, причем авторы статьи его рассматривают как функцию коррозии. В долине встречаются и пещеры, имеющие происхождение, обусловленное природным растворением доломитового вещества, но эти пещеры впоследствии были расширены живущими в рассматриваемом районе берберами. Рассматривается генезис пещер-талусов и подземных ходов в скалах, кроме того, дается описание минералов, являющихся одинаковыми с таковыми карстовых пещер. Впервые в данной статье дается краткое описание уникальных „тривертитов” (сталактиты, сложенные известковыми туфами), встречающихся здесь под водопадом.