

Irod / 295
Hajmány-ba / 40

MAGYAR
Geofizika



KÜLÖNLENYOMAT

Barlangi üledékek termolumineszcenciás kormeghatározása és paleomágnéses vizsgálata

NAGY IMRE*

Az őslénytani és régészeti leletek egy része különböző barlangokból került elő, ahol esetleg cseppkövek ágyazták be őket. Ha a cseppkövek korát és növekedési sebességét meg tudnánk határozni, az hasznos lenne a paleontológusoknak, régészeknek. Máskor a jól datált leletek adhatnak korrelációs lehetőséget a kormeghatározásnak, mint pl. az emberi lakhelyre utaló kormos rétegek. A dolgozat a cseppkövek fizikai módszerekkel történő kormeghatározásával foglalkozik.

Часть палеонтологических и археологических находок была обнаружена в различных пещерах, где они часто бывают покрыты сталактитами. В том случае, если удастся определить возраст сталактитов и скорость их образования, то это было бы очень полезно для палеонтологов и археологов. В других случаях находки, возраст которых определен точно, обеспечивают возможность корреляции при определении возраста, как например слои золы, указывающие на древние места обитания человека. В работе рассматривается метод определения возраста сталактитов с помощью физических методов.

The archeological and palaeontological finds have been found in various caves very frequently encased by dripstones. If the age and the growing speed of this dripstones could be determined it would be helpful for the archeologists and palaeontologists. In other cases the finds of well known age can give the possibility of the dating of finds of unknown age. Smoky layers showing the activity of the human being can help. The paper deals with the determination of the age of dripstones with the methods of the physics.

A minták a Bükk hegység délnyugati részén található Hajnóczy-barlangból származnak. A barlang szürke ladini mészkőben alakult ki, közel ÉK – DNY irányú és ezeket nagyjából merőlegesen keresztező törésvonalak mentén. Mindkét módszerrel feldolgozásra került egy cseppkőkéreg 14 cm vastag metszete.

A mintavételi távolság a TL-mérések esetében 1 cm, a paleomágnéses vizsgálatoknál ennél kisebb volt. Ezenkívül – annak bizonyítására, hogy a TL-módszer alkalmas egy relatív kronológia készítésére –, felhasználásra kerültek olyan vékony sztalaktitok (szalmacseppkövek), amelyek ugyan már leestek a mennyezetről, de még nem cementálódtak oda a talajhoz. Ezek várhatóan jóval fiatalabban a cseppkőkéreg tetejénél.

Szükség volt még a barlangban több éve folyó gamma-dózis mérések eredményeire [2].

TL vizsgálatok

A TL-módszer azon alapul, hogy egy ásvány kristályszerkezetében mindig található rácshibák közül egyesek képesek arra, hogy elektronokat csapdába ejtsenek és tároljanak. Elektronok akkor válnak szabaddá a kristályrácsban, ha magsugárzás hatására egyes atomok ionizálódnak. Az ionizáló sugárzás a mindenütt észlelhető háttérsugárzás. Az elektronok csapdázódása energiátárolást jelent, és a mintát melegítve ez az energia fényemisszió kíséretében felszabadul. A kibocsátott fotonok mérhetőek, ebből származik a minta TL-jelzése, ami egye-

* Geofizikai Kutató Vállalat, Budapest.

nesen arányos a minta korával, a minta érzékenységevel és a mintát időegység alatt ért dózissal:

$$TLN = kor \cdot (TL/egységnyi\ dózis) \cdot (D/év)$$

ahol TLN : természetes termolumineszcencia

$(TL/egységnyi\ dózis)$: egységnyi dózis hatására keletkezett TL, ez a minta érzékenysége,

$(D/év)$: egy év alatt a mintát ért dózis, ez két részből tehető össze, a belső dózist a minta K, Th és U tartalma okozza, a külső dózis a barlang légterében mérhető gamma-dózis,

kor : azzal a feltételezéssel, hogy a cseppkőoldatból vált ki és emiatt a kristályrács a felépüléskor nem tárol energiát, a kor a cseppkő keletkezése óta eltelt időt adja meg években.

Átrendezve az egyenletet:

$$kor = \frac{TLN}{(TL/egységnyi\ dózis) \cdot (D/év)}$$

ami a korösszefüggés [1].

A mérések az MTA Izotóp Intézetének Daybreak BTL Systems műszereivel történtek. A mintát egy nikróm lemezkére kell helyezni és azt elektromos árammal felfűteni. A lineáris melegítés sebessége 20 °C/s volt, a véghőmérséklet 400 °C . A hőmérséklet emelkedésekor a mintából kilépő fotonokat érzékeny fotoelektron-sokszorozó detektálja. Ennek a kimenete sokcsatornás analizátorhoz csatlakozik, ami multiscaler üzemmódban az emelkedő hőmérséklet függvényében veszi fel a fotomultiplier jeleit, ami a minta fénylés-hőmérséklet függvényét adja. Ez alapján határozható meg a minta TL-jelzése, ami a kalcitra jellemző 280 °C -os csúcs körüli adott hőmérséklet intervallumban detektált összebeütésszám.

A minták érzékenységének meghatározásához szükség van ismert dózissal besugárzott minták TL-mérésére is, ehhez ismert dózisteljesítményű, Sr-90 izotópot tartalmazó béta besugárzó állt rendelkezésre.

A minta-előkészítés a következő volt: ecetsavas kezelés a porított anyag 100 és $125\ \mu\text{m}$ közötti szemcseméretű részén, majd desztillált vizes átmosás. Szárítás és szitálás után adott térfogatnyi alkotott egy mintát.

A kifűtött és kifűtetlen minták TL-dózis egyenesének párhuzamosságát felhasználva a korösszefüggés tovább egyszerűsíthető, mert:

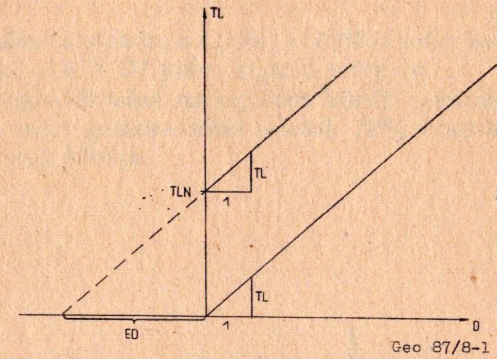
$$(TL/egységnyi\ dózis) = (TLN/ED)$$

ahol ED (Egyenértékű Dózis) az a dózis, amit a minta a keletkezése óta elnyelt,

$$\text{így: } kor = \frac{ED}{(D/év)}$$

A minták kifűtés előtti TL-dózis függvényének mért pontjaira az egyenes illesztése a legkisebb négyzetek módszerével történt. Az egyenes tengelymetszete az ED . (Lásd 1. ábra.)

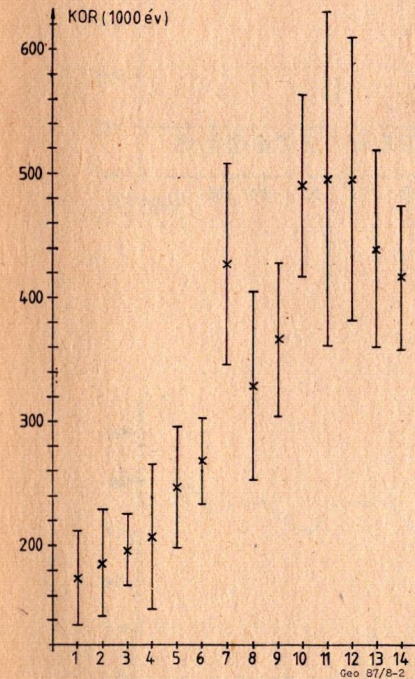
A $(D/év)$ mennyiség két részből áll: a belső és a külső dózisteljesítményből. [2] alapján és a minták pontos helyének ismeretében kiszámítható a külsődózis-



1. ábra

Рис. 1.

Fig. 1



2. ábra. A cseppkő kérgéből származó minták TL-kora és azok hibája

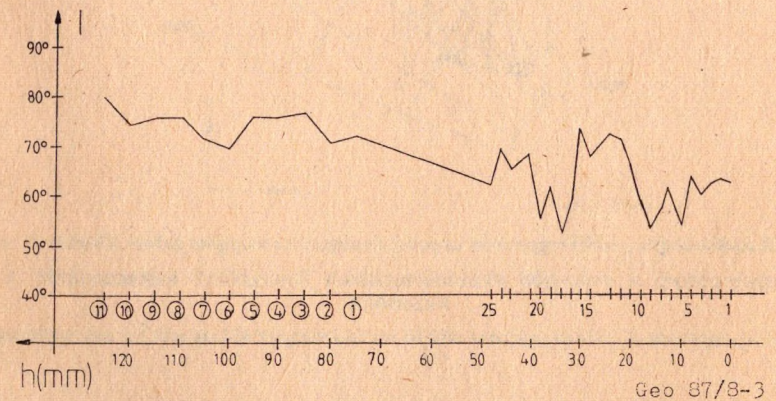
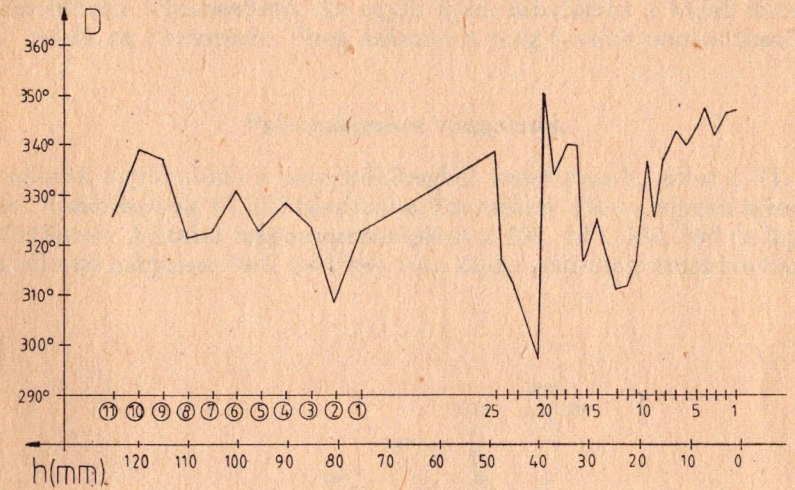
Рис. 2. Возраст TL образцов, взятых из коры сталактита и ошибка его определения

Fig. 2. TL-ages and their errors of the samples from dripstone layer

teljesítmény. Ez a szalmacseppkőre $0,626$ mGy/év, a cseppkőkéreg n -edik mintájára pedig $k(n) \cdot 0,578$ mGy/év, ahol a $k(n)$ együtthatóval vehető figyelembe a mélyebbről származó minták esetében az abszorpció miatti dóziszgyengülés. A minták belső dózisteljesítményét a K , Th és U tartalmuk határozza meg. A K tartalmat az ELTE Kőzettan Geokémiai Tanszékén mérték meg sósavas oldás utáni atomabszorpciós módszerrel. Ez K_2O -ra átszámolva egységesen $0,02\%$. Ehhez [3] szerint $0,01778$ mGy/év dózisteljesítmény tartozik. Az U és Th tartalom becslése alfa számlálással történt, értéke $0,2$ cph. Ez [3] szerint $0,03172$ Gy/év-nek felel meg, a belső dózisteljesítmény tehát $0,0495$ mGy/év.

Ezek alapján a szalmacseppkőre a $(D/év) = 0,6855$ mGy/év, a cseppkő kéreg mintáira $(D/év) = k(n) \cdot 0,578$ MGy/év + 0,0495 mGy/év.

ED szórásának meghatározása az egyenes körüli pontok mért szórásából történt. A barlangban mért gamma-dózis adatok 10% pontosak [2]. Ezekből számolható a kapott korok hibája.



3. ábra. A minták stabil mágnesezettségének Deklináció és Inklináció értékei a kéreg tetejétől mért távolság függvényében

Рис. 3. Значения деклинации и инклинации стабильной намагниченности образцов в зависимости от расстояния от коры сталактита

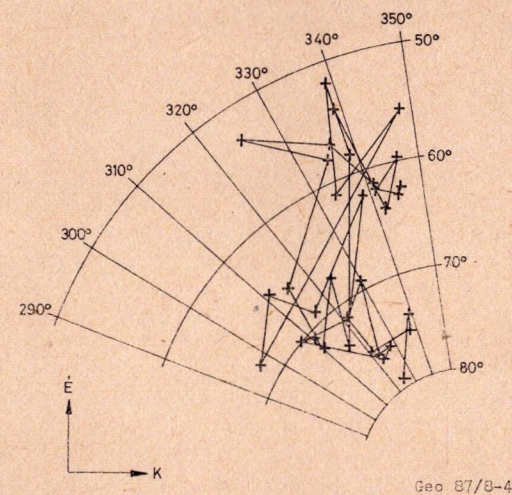
Fig. 3. The declination and inclination values of the stable magnetisation of the samples as the function of the distance from the top of the crust

A mintákhoz tartozó TL korokat és azok hibáját mutatja be a 2. ábra. A mérési hibákat is figyelembe véve látszik, hogy a mélyebben levő mintákhoz nagyobb kor tartozik, vagyis a minták között felállítható egy relatív kronológia, és ebbe a sorba nagyon jól illeszkedik a szalmacseppkő egy nagyságrenddel kisebb kora (15900 ± 5000 év). A cseppkőkéreg $495\,000 \pm 134\,000$ és $174\,000 \pm 38\,000$ év között keletkezett.

A mérési és kiértékelési eljárásban levő szisztematikus hibák a relatív kronológiát csekély mértékben befolyásolják, a korok abszolút értéke azonban csak ezek ismeretében értelmezhető. Az egyik ilyen hibaforrás a külső dózisteljesítmény, a másik az abszorpció. Ezek számítása még tovább pontosítható.

Paleomágneses vizsgálatok

A minták ugyanabból a cseppkőkéregből származnak, mint a TL-mérések esetében. A mérések az ELTE Geofizikai Tanszékén, JR-4 típusú kőzetgenerátorral történtek. A stabil mágnesezettségeket a 100, 200, 500, 900 Oe lépésekben történt változó mágnesez terű tisztítás után Zijderveld-diagramokból határoztuk meg.



4. ábra. A minták stabil mágnesezettségének irányai sztereografikus projekcióban ábrázolva

Рис. 4. Направления стабильной намагниченности образцов в стереографической проекции

Fig. 4. The directions of the stable magnetisation of the samples shown in stereographic projection

Ezek irányait mutatja be a 3. ábra és sztereografikus projekcióban a 4. ábra. Feltűnő, hogy mind a Deklináció, mind az Inklináció esetében a szomszédos pontok értékei között az átfedések ellenére is nagy változások vannak, noha minden Deklináció nyugati. A változások a cseppkő lassú keletkezésével és esetleg üledékhézagokkal magyarázható. Pl. a 3. ábra 20. és 21. mintái között valószínűsíthető egy nagyobb üledékhézag, ami a nagy Deklináció változást okozhatta.

A TL korok ismeretében került megmintázásra a kéreg legalja (20–21 cm mélyről), amely szintén normális mágnesezettségűnek, vagyis 0,7 millió évnél fiatalabbnak bizonyult, a TL korokkal egyezésben.

Összefoglalva megállapítható, hogy a cseppkövek TL kormeghatározásának és paleomágneses vizsgálatának eredményei egymással összhangban vannak, kölcsönösen felhasználhatók egymás pontosításához.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondok dr. Benkő Lázárnak szakmai irányításáért és a TL-műszerek használatáért.

IRODALOM

- [1] *Aitken, M. J. (1980):* Fizika és régészet, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- [2] *Somogyi, Gy., Varga, Zs., Németh, Gy., Pálfalvi, J., Gerzson, I. (1983):* Radonmérés a Hajnóczy-barlangban, *Izotóptechnika* 26,1 (1983)
- [3] *Aitken, M. J. (1985):* Thermoluminescence Dating, Academic Press, London.