

rásbarlangok jól jelzik a platók emelkedésének egyes fázisait és esetleg a szomszédság süllyedését is. Mindezek a problémák viszont fontos gyakorlati kérdések /pl. a karsztvízveszély leküzdése, vagy a víznyerés/ megoldásának kulcsaül is szolgálhatnak.

A karsztosodás menetére vonatkozó vizsgálatokat végül még összhangba kell hozni a tektonikus mozgások okozta elváltozásokkal is. Ezek a mozgások is nagyon sok nyomot hagytak hátra a mészkő- és dolomithegyvidékek arculatán. Pl. nagy különbség van a kevéssé és nagyon, vagy mikrotektonikusan egészen összetört hegység-részek karsztosodása és tönkösödése között. Következtetéseket lehet pl. levonni a földtani felvételek szolgáltatotta rétegdőlés- és csapás-mérések eredményeinek kellő kiértékeléséből, sőt, a legújabban nevezett diaklázismérések és számlálások adataiból is.

9. A kőzetminőség és a térszíni formák kapcsolatára is gondot kell fordítani a különféle területek felszíni formakicsének tanulmányozása alkalmával. Ezen a téren a legérdekesebb eredményekkel jár a dolomit viselkedésének vizsgálata. A dolomit, mint félkarsztos kőzet, nagy kiterjedésű területeken található és egészen különös a formái.

Láthatjuk mindezekből, hogy a geomorfológiai kutatások sok olyan fontos kérdés megoldásához szolgáltatnak kiinduló adatokat, amelyeket a gyakorlati életben felmerült kérdések megoldásakor mindjárt kezdetben figyelembe kell venni; gondoljunk csak mindjárt a karsztvízkérdésre.

L E É L - Ö S S Y S Á N D O R:

A MAGYARORSZÁGI KARSZTOSODÁS KEZDETEI

A legelső megoldásra váró probléma a karszt kutatással kapcsolatban a magyarországi karsztosodás kezdetére, eredetére vonatkozik. Az eredet idejének ismerete nélkül nem foghatunk hozzá eredményesen a többi probléma megoldásához. Ezek: a karsztfejlődés a múltban, a mai karsztos formák, a karsztok jövője /gyakorlati vonatkozások/.

Legelőször is tisztáznunk kell, hogy földrajzi és földtörténeti szempontból nézve különbséget kell tennünk a magyar karsztosodás kezdeteire vonatkozóan. Geológiai szempontból akkor kezdődött a magyarországi karsztosodás, amikor az első karsztosodó kőzet megjelent a felszínen és megindult rajta az első karsztos folyamat. /Nevezzük őskarsztosodásnak/ - függetlenül attól, hogy ez a folyamat még ma is tart-e, vagy van-e valami nyoma a felszínen. Földrajzi szempontból viszont csak arra az időre teletjük a magyar karsztosodás kezdetét, amikor olyan karsztos folyamat kezdődött meg, amelyik ma is tart, és amelyiknek formái ma is megvannak. Tehát földrajzi értelemben jóval később kezdődött a karsztosodás, mint a földtörténet szempontjából.

Ha a földrajzi értelemben vett magyar karsztosodás kezdetét akarjuk megállapítani, nem elég kinyomoznunk, hogy mikor jelentek meg először a felszínen karsztosodó kőzetek /tehát mikor indult meg az őskarsztosodás/, bár az első lépés természetesen most is ez lesz. /A geológus karsztkutató számára viszont ez a legfontosabb feladat, ha csak a karsztosodás kezdeteit nézzük./ A földrajzos karsztkutatónak az őskarsztosodás kezdete mellett még tudnia kell azt is, hogy az első és a többi ősi karsztfelszín a későbbi földtörténet folyamán milyen változásokon és zavarokon ment át. /Kiemelkedés, összetöredezés, lesüllyedés a tenger szintje alá és fiatalabb rétegekkel való elborítás, lepusztulás./ Így jutunk el vé-

gúl olyan fiatalabb karsztfelszínekhez, amelyeken a karsztosodás kezdettől fogva aránylag zavartalanul folyt napjainkig és amelynek eredményei, az általa létrehozott karsztos formák, ma is a felszínen vannak részben épségben, részben a lepusztulás különböző stádiumaiban. Ennek a ma is folyamatban lévő karsztosodásnak a geológiai korban meghatározott kezdetét kell a földrajzi értelemben vett magyar karsztosodás kezdetének tekinteni. Természetesen ezzel nem akarjuk azt mondani, hogy az őskarsztok későbbi fejlődése és a mai karsztosodás kezdetei nem érdeklik a geológust, de ezek szerintük már nem a karsztosodás kezdetének, hanem a későbbi fejlődésnek a problémaköréhez tartoznak.

A karsztosodás előfeltétele, hogy a karsztosodó kőzetből /mész, esetleg dolomit/ nagy kiterjedésű, összefüggő és vastag réteg kerüljön a felszínre, tehát hogy elegendő tere legyen a karsztosodásnak. Ezenkívül még elegendő mennyiségű csapadék is kell /sivatagokban a mészkővön sincs karsztosodás!/. De szükséges még az is, hogy a karsztosodó kőzet sokáig tektonikai zavartalanságban maradjon a felszínen /idő/. Ha egy területen mindezen kedvező körülmények együttesen előfordulnak, akkor ott komoly karsztos folyamat indul meg és létrejönnek a speciális karsztos formák /dolina, víznyelő, barlang, zsomboly, stb./.

Magyarországon elég nagy kiterjedésű területen vannak már huzamosabb idő óta /a másodkor vége óta/ a felszínen vastag mészkőrétegek. /Dunántúli Középhegység, Mecsek, Bükk, Észak-borsodi karszt/. A csapadékviszonyok is elég kedvezőek, bár nem túl bőségesek. A múltban is elég kedvező volt a helyzet, sőt időnként a maiénál is jobb. A pliocénban - a legújabb kutatások szerint - nem volt sivatagi klíma. A pleisztocénban is csak a glaciális időszakokban volt hazánkban száraz, sztyepp-klíma, de akkor is csak az alacsonyabb térszíneken; a magasabbra kiemelt karsztos hegységekben a pleisztocénban is volt némi csapadék.

Mindezek következtében, ha zavartalanul folyt volna a karsztosodás, a mai magyarországi karsztosodás kezdetét a másodkor végéig kellene visszavezetnünk. Ebben az esetben nálunk is lehetne beszélni a zavartalan karsztos folyamat egyes stádiumairól /juvenilis, maturus, szenilis/, és a karsztos felszíneket és formákat koruk szerint is osztályozhatnánk. A karsztosodás egyes stádiumaira az irodalomban Cholnoky mutatott rá először. Cholnoky azonban merev ciklikus folyamatnak képzelte a karsztosodást és ezáltal helytelenül nagyon leegyszerűsítette a természet bonyolult folyamatait.

A magyarországi karsztosodás multjára azonban éppen az a jellemző, hogy a szépen megindult karsztos folyamatot különféle tényezők minduntalan megzavarták, és nem igen engedték a Cholnokytól elképzelt ideális ciklikus folyamatot nyugodtan kifejlődni. A zavaró tényezők közül legfontosabb szerepe a tektonikus kéregmozgásoknak volt. A földkéreg mozgásai ugyanis kiemelték vagy lesüllyesztették, helyenként pedig erősen összetördelték és feldarabolták az eredetileg egységes karsztfelszíneket. A magasra kiemelt darabokon a barlangok szárazra kerültek és pusztulásnak indultak. A mélyre lesüllyedt karsztos térszíneket elborították a fiatalabbkorú tengerek és vastag üledékes takarót rakva rájuk, fedett karsztokká alakították. Minthogy a magyarországi karsztos felszínek a több ízben megismétlődő kéregmozgások következtében igen bonyolult tektonikus folyamatokon mentek át, az ősi karsztfelszíneknek mindenütt el kellett pusztulniuk, vagy legalább is erősen át kellett alakulniuk. /Ha a kéregmozgások megszűnnek, újra megindul a karsztosodás, melyet a megszűnt tektonikus mozgások következményei kedvezően befolyásolnak: a barlangok, zsombolyok és víznyelők a törésvonalak

mentén alakulnak ki tektonikusan preformálódva!/.

De zavaró tényezőnek tekinthető a denudáció is. A karsztosodás ugyan maga is denudációs folyamat, de a karsztos denudáció idővel a sajátmaga által teremtett formákat is elpusztítja. A karsztos formák ugyanis geológiai értelemben rövid élettartamúak, és tektonikai zavartalanság esetén is hamar elpusztulnak. A dolinák ellaposodnak, a hátravágódó völgyek lecsapolják őket; a barlangok felszakadnak vagy eltömődnek barlangi agyaggal, cseppkővel és egyéb törmelékekkel, sőt hosszabb idő elteltével az egész karsztos térszín teljes egészében letarolódik. A másodkor vége óta elegendő idő állt rendelkezésre, hogy a magyarországi karsztos rétegek több száz méter vastagságban lepusztuljanak, ennek következtében az eredeti ősi karsztfelszínek a legtöbb helyen ma már teljesen lepusztultak.

Ha ehhez még hozzávesszük, hogy a magyar karsztok területén a tektonikus és denudációs tényezők együttesen, egymást kölcsönösen erősítve működtek, nyugodtan megállapíthatjuk, hogy a magyar őskarsztokból ma már ugyiszólván semmi sincs meg. Az őskarsztok térszíne már régen teljesen letarolódott.

A magyar természeti földrajzi irodalomba Bulla Béla által bevezetett korszerű dialektikus szemlélet alapján a magyar hegységeket geomorfológiai értelemben a több ízben megismétlődött kéregmozgások és denudációs folyamatok bonyolult össz munkája révén létrehozott tönköknek kell tekinteni. A karsztos hegységek karsztos tönkök, melyek a speciális közetminőség következtében a többi tönköknél tovább megmaradnak épségben. A Bulla által kimutatott karsztos tönköket a Dunántúli középhegység területén Láng Sándor, majd az ő nyomdokain Leél-Össy Sándor vetették először részletes formaanalízis alá.

Ami a mai magyar karsztosodás földrajzi értelemben vett kezdetének pontos geológiai idejét illeti, a főbb magyar karsztos területek részletes formaanalízise és összehasonlításuk után - tekintetbe véve a sok említett zavaró tényezőt és a karsztos formák rövid élettartamát - nem tehetjük régebbre a pliocén végénél /levantei időszak/. Ekkor keletkezhettek a legidősebb magyar barlangok /Aggteleki barlang legfelsőbb szintjei, Kiskevélyi Mackóbarlang, stb./, melyek azonban már jórészt elpusztultak: felszakadtak, vagy eltömődtek. /A barlangok formakincs és eltömődésük mértéke igen jó geomorfológiai kormeghatározó tényező!/. A dolinák még fiatalabbak; pleisztocén és óholocén korúak. Lehetséges, hogy igen kedvező körülmények között, elvértve akadhat valamivel idősebb karsztos forma is, de ez sem lehet régibb a miocénnél. /Csákvári barlang?/. A Dunántúli középhegység területén Láng Sándor szépen kimutatta, hogy a legidősebb magasan fekvő száraz pusztuló barlangokat a fiatal pliocénvégi vagy pleisztocén kéregmozgások emelték magasra.

A karsztos formák korának meghatározásánál felhasználhatjuk a paleontológia adatait is. Egy-két vitás esettől eltekintve egy barlangban sem találtak a pleisztocénnél bizonyíthatólag idősebb őslénytani leleteket a barlangi agyagban. Sőt a leletek jórésze újpleisztocénkoru.

A magyar geológusok gyakran beszélnek róla, hogy ma is kimutatható miocénkoru, sőt még idősebb karsztosodás. Ez részben azzal magyarázható, hogy geológiai értelemben - mint már említettük - mást értenek a karsztosodás kezdete alatt, mint földrajzi értelemben. Részben pedig a geológusok nem veszik eléggé tekintetbe a geomorfológiai tényezők, főleg a denudáció nagy szerepét a mai

felszín formakincsének kialakításában.

Szabó Pál Zoltán a kiváló magyar karsztkutató, - akinek több évtizedes szorgalmas munkássága folytán ma a Mecsek hegység egyik legjobban ismert hegységünk - azt állítja, hogy a Mecsek karsztosodása már a miocén előtt megindult és hogy a Mecsek mai karsztos formakincse részben őskarsztos formák felujulása és exhumálódása. /Pl. az Orfű melletti "Ősopolje"/. Az eddig elmondottak alapján nyilvánvaló, hogy ebben a tekintetben nem érthetünk egyet vele és hogy a Mecsek karsztosodását is fiatalabbkorúnak /pliocenkorúnak/ tartjuk. Őskarsztok a Mecsekben sem maradtak fenn.

Felmerülhet még az az ellenvetés, hogy egyes barlangokban állítólag miocénkori, sőt még idősebb anyagokat találtak a barlangot kitöltő üledékekben. Valószínű, hogy - amennyiben tényleg idősebb anyagokról van szó - ezek csak később, a negyedkor folyamán mosódtak be a barlangba.

Hasonló komoly ellenvetésnek tekinthető az, amelyik a fedett őskarsztokra hivatkozik. Felteszi, hogy az őskarsztok a múltban a tenger színe alá süllyedtek, és fiatal üledékek borították el őket. Ha most a térszín újra kiemelkedik, akkor a denudáció exhumálja az eltemetett ősi karsztos formákat és azok újra életrekelnek. Ez ellen a feltevés ellen szól már az is, hogy túl sok kedvező körülménynek kell pontosan összejárnia ahhoz, hogy egyáltalán létrejöhessen; ami már maga is valószínűtlenné teszi gyakori előfordulását. De ezenkívül biztosra vesszük, hogy a karsztos formák pusztulása a fedett karsztok belsejében is tovább folyik, ha nem is a térszín letarolása, hanem az üregeknek CaCO_3 -mal való újra kitöltődése útján; tehát az őskarsztok formakincse elfedve is előbb-utóbb teljesen elpusztul. Hivatkozunk itt Albel Ferenc hidrológiai vizsgálataira, melyek szerint a karsztok belsejében egy alsó karsztvízszintnek is kell lennie, minthogy a mélyben a karsztos üregek előbb-utóbb újra kitöltődnek "kiplombálódnak" a kicsapódó CaCO_3 -mal.

Végül még a hévvizes karsztosodásról /hévvizes barlangképződés/ szeretnék röviden szólni, melyre a magyar irodalomban Pávai-Vajna Ferenc hívta fel először a figyelmet. Nincs rá időnk, hogy most részletesen vizsgáljuk a hévvizes karsztosodásnak a normális karsztosodással való kapcsolatait, illetőleg a különbségeiket. Ezért csak röviden vázoljuk, hogy a hévvizes barlangképződés is többnyire karsztos kőzetekben /mész, dolomit/ jön létre. Itt is nagy szerepe van a tektonikus proformációnak: a tektonikus törések elősegítik a hévvizek feltörését. A hévvizes barlangok formakincse nagyjából hasonló a normális karsztos barlangokéhoz, de sok tekintetben speciális jellegű /gombfülkék, tölcsérszerű kúrtók, termek, szorítók/.

A hévvizes barlangok elpusztulásának is ugyanazok a főtenyezői, mint a többi karsztos formáénak: a tektonikus mozgások és a denudáció. A kiemelt és szárazzá vált hajdani hévvizes barlang is hamarosan felszakad vagy eltömődik. A hévvizes barlangoknak az eltömődése még nagyobb arányú, mint a normális karsztos barlangoknak; ugyanis itt még a speciális hidrotermális ásványkiválások /kalcit, aragonit, pizolit, gipsz, barit/ valamint a kőzetmetamorfózis következtében beálló erős kőporlás is nagymértékben elősegíti. Magyarországon különösen a harmadkorban volt erős a hévvizes tevékenység. Azonban ezek az ősi harmadkori hévvizes barlangok /valamint a még idősebb másodkori hidrotermális képződmények/ már régen teljesen elpusztultak. A ma is meglévő hévvizes barlangok minden valószínűség szerint pleisztocénkori hévfor-

rásfeltörések eredményei. /Pl. a Budai hegység és a váci Nagyszál barlangjai/.

Befejezésül röviden összefoglalva az elmondottakat: a magyarországi karsztok igen bonyolult fejlődési folyamaton mentek át a tektonikus mozgások és a denudáció összmunkája következtében. A mai karsztos formák mind fiatalok; az őskarsztok – a gyakori tektonikus zavarok és az erős denudáció következtében – nyomtalanul eltűntek.

L E É L - Ó S S Y S Á N D O R:

A BARLANGOK OSZTÁLYOZÁSA

A tudományos irodalomban – bármilyen tárgykörrel is legyen szó – igen gyakori és kedvelt munka a rendszeralkotás és osztályozás. Különösen a német tudósok voltak mindig híresek merev "skatulyázásaik"-ról. Mindenekelőtt tisztában kell lennünk azzal, hogy a természet elemeinek mindenféle osztályozása bármilyen alapos és átgondolt legyen is az, mindig mesterkéltséget, erőltetettséget és ennek folytán tökéletlenséget lesz.

Mielőtt a barlangok osztályozásához foglalkoznánk, tisztáznunk kell, hogy mit is értünk barlangok alatt. Véleményünk szerint barlangnak kell tekinteni – nagyságra való tekintet nélkül – a szilárd földkéreg minden olyan felszín alatti üregét, amelyet természeti erőhatások hoztak létre.

A barlangokat a magyar és külföldi irodalomban már sokan próbálták osztályozni. Így pl. Horusitzky Henrik, Strömpl Gábor, Kadic Ottokár, Cholnoky Jenő, a külföldiek közül a szerb Cvijic, hogy csak a legismertebbek neveket említsük. Cholnoky kivételével mind-egyikre jellemző rendszerének a bonyolultsága és nehézkessége. Az egyszerű, szabatos és világos barlangrendszer mindmáig hiányzik az irodalomból.

A barlangokat sokféle szempontból lehet osztályozni:

I. A nyitottság, tehát a felszínnel való közvetlen nyílás általi kapcsolat nem feltétlen kritériuma a barlangoknak. Nagyon sok olyan ismeretlen, zárt üreg van a Föld mélyében, amelyeknek semmiféle bejárata sincs és épp ezért nem is tudunk róluk semmit. Az ilyen rejtett barlangokat, melyekre csak néha, véletlenül, bányászati vagy kőfejtési közben bukkannak rá, kavernáknak nevezzük. Ilyeneket találtak pl. a dorogi szénbányák belsejében a szénrétegek alatti triásmészakőben. A Sátorkőpusztai, Pálvölgyi és Ferenchegyi hévvízes barlangok is eredetileg zártak voltak és csak kőfejtés, illetve csatornaásás alkalmával bukkantak rájuk. A Mátyáshegyi barlang alsó nagyobb részét /Centenárius szakasz/ és az Ürömi viznyelő barlangot pedig tervszerű tudományos barlangkutatóval találták meg és tárták fel. A kavernák száma valószínűleg sokszorosan felülmúlja a nyitott barlangokét.

II. Nagyság és hosszúság tekintetében a barlangok között számtalan fokozat lehetséges, az 1-2 méteres kis kőfülkétől kezdve a több km-es óriási barlangrendszerekig. Ha az üreg szélessége felülmúlja a hosszát, helyesebb, ha nem nevezzük barlangnak, hanem csak kőfülkének, vagy sziklaüregnek, bár genetikai szempontból ezek is barlangoknak számítanak. Pl. a máriaremetei kőfülke hossza másfél méter. Az Aggteleki cséppkőbarlangé 22 km. Az Ürömi viznyelő barlangé 240 m, a Mátyáshegyi barlangé 2 km.

III. Kor szempontjából megkülönböztethetünk idős /szenilis/, közép-