

A karsztosodás mikroformái, a karrok

VERESS MÁRTON



Kőerdő típusú karr. Kína, Lunani kőerdő

Az oldható kőzetek felszínén kifejlődő karrok a karsztos folyamatok biztos és fontos jelzői. Formakincsük értelmezésével a karsztosodás jellegéről, intenzitásáról, a karsztos terület és környezete közti viszonyról kaphatunk képet.

Karrosodásnak az oldható és vízvezető kőzetek (mészkö, dolomit, kősó, gipsz, ill. anhidrit) felületén végbeménő, viszonylag kisméretű oldódási formákat eredményező folyamatot nevezzük. A nagy területeken elterjedt karbonátos kőzetek oldódását (bár kismértékben a savmentes víz is képes oldani) különböző szervetlen és szerves savak okozzák.

A karrosodást kiváltó tényezők, a kialakult formakincs minősége és mennyisége, a mállási maradék mennyisége között ok-okozati viszony lehet. Kapcsolat lehet a karrok mérete és a karrosodás intenzitása között is. A feltételes mód azért indokolt, mert karrosodáskor a kiemelkedések is pusztulnak vagy eleve nem is képződnek. A karrosodás jellege, mértéke függ annak

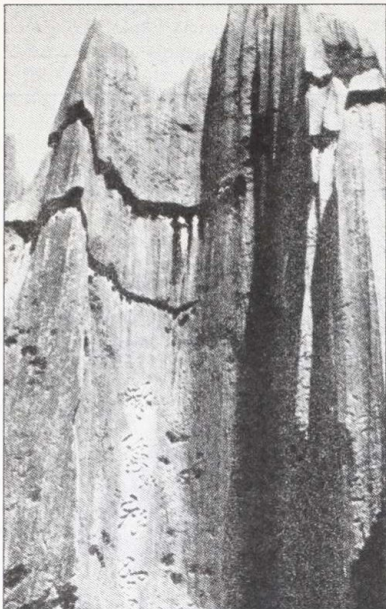
a kőzetnek a tulajdonságaitól, amelyen kialakul, továbbá a csapadéktól és a szén-dioxidtól, amelyek magát a karrosodást okozzák.

A kőzetek oldhatóságában igen nagy eltérések lehetnek. Legintenzívebben a kősó, legkevésbé a dolomit oldódik. Ugyanazon kőzet karrosodása is eltérő lehet attól függően, hogy milyen mennyiségben tartalmaz oldhatatlan anyagokat (pl. agyagot). A dolomit oldhatósága kb. feleakkora, mint a mészköé. A kősó kb. 25 000, a gipsz pl. 183-szorosan oldódik jobban 20 °C-on desztillált vízben, mint a mészkö.

A kőzet szerkezeti viszonyai azért vannak hatással a karrosodásra, mert a törések, repedések, réteglapok mentén szivároghatnak el az oldatok, s a gyengeségi zónák mentén az oldódás is könnyebben végbemegy. A CO₂ légköri és biogén (a talajban élő szervezetek életműködése során keletkezik) eredetű. A talajlevegőben akár ötvenszer, százszor több CO₂ lehet, mint a légkörben. Így a CO₂ elsősorban a talaj-

levegőből kerül a csapadékvízbe, s ezért a talajjal fedett térszíneken a karrosodásért alapvetően a biogén eredetű CO₂ a felelős.

A fentiekből következik, hogy a karrosodás már csak a talajtani viszonyok miatt is igen bonyolult. A talaj fejlettségét megszabja a növényzet és viszont. E kapcsolatot az éghajlat szabályozza. A több csapadék gazdagabb élővilágot alakít ki. E tényezőknek nemcsak az abszolút értéke, hanem éves (vagy napos) eloszlása is fontos. Téli vagy száraz időszakban a talajélet aktivitása annyira lecsökken, hogy a CO₂-termelés szünetelhet. Ezen időszakok hossza megszabja azé az időszakét, amikor a biogén eredetű karrosodás szünetel. A pleisztocén klímaváltozásai során pl. a talaj és növényzet együttesének változása miatt a karrosodás intenzitása is ingadozott. A karros mélyedések maguk is kedveznek a talaj kialakulásának, előfordulhat azonban fordított eset is. A karrosodás miatt tagolt térszínen a talaj megsérül, ami a karrosodást



Kőerdő egyik kürtője közelről

visszaveti, ill. módosítja. A talaj összetétele, vegyi jellege nemcsak az élővilágon keresztül hat a karrosodásra; nem közömbös a talaj pH-ja és mésztartalma sem. Meszes talajokon alig van karrosodás vagy teljesen szünetel, mivel a talajon átszivárgó oldatok már itt telítődnek.

A csapadékhullás időtartama megfelel annak az időszaknak, amely alatt a kőzet oldódik. Hatását azonban módosíthatják a lejtőviszonyok, s a csapadék intenzitása is befolyásolhatja. Fontos tényező az oldószér hőmérséklete is. A víz hőmérsékletének csökkenésével (ugyanannyi CO_2 mellett) az oldóképessége nő. A karrok eredet szerint két nagy csoportba sorolhatók: ezek a *talaj alatti* és *talaj nélküli* térszínek karrjai.

A talajjal fedett térszínek karrjait a biogén eredetű CO_2 -ból keletkező szénsav, ill. a növények gyökerei által termelt szerves savak hozzák létre. A karros kiemelkedések eltérő magasságúak, kevésbé szögletesek, lekerekítettek, legömbölyítettek, a köztük kialakult mélyedések különböző alakúak, nagyságúak.

A talaj jellege és a talaj alatti karr morfológiája közt kapcsolat mutatható ki. Így pl. észak-yorkshire-i megfigyelések szerint oldalnézetben hullámos karrok képződnek a gyepes térszínek alatt, a savas talajok alatt csonka kúpos, míg a nedves, savanyú talajok alatt íves oldalú, hegyes kiemelkedések formálódnak. Érdekes megemlíteni, hogy újabban a karszterületek makroformáit olyan karros mélyedéseként értelmezik, ahol helyileg az oldás intenzi-

tása a környező területek oldódási intenzitásához képest gyorsul. A fentieket csak megerősítik azok a megfigyelések, amelyek arra utalnak, hogy karros mélyedések átalakulhatnak más karsztos formákká.

A talaj alatt fejlődnek ki a *gyökérrakrok*. Ez a típus a kőzetben létrejött, rendszerint 1–2 dm hosszúságú, kb. karvastagságú csövek hálózata. Kialakulásáért a szerves savak a felelősek. Mivel ezek elsősorban a növények gyökerei mentén képződnek, kialakulásuk helye is a gyökerekhez kötődik. A szerves sav mélyedést alakít ki a kőzetben, amelybe a gyökér belenő, majd a termelő sav a mélyedést tovább mélyíti.

A karsztvidékek leglátványosabb formái közé tartoznak a kőerdők: függőleges 1–2 m átmérőjű kürtök és hasadékok rendszere. A kürtök növekedése oldalirányban olyan mértékű lehet, hogy azok egymásba nőnek, felemészthetők a köztük lévő kőzetet. Valóságos labirintusrendszer jön létre, közöttük pengeéles sziklaalakzatok maradnak meg. A méretekre jellemző, hogy a sziklaalakzatok függőleges kiterjedése a 10 métert is meghaladja.

Dél-Kína trópusi karsztjain aktív és nem aktív kőerdő karrok egyaránt előfordulnak. Különösen az utóbbiak esetében tapasztalható, hogy vastag málladéktakaróba temetkeznek. A nagyméretűek, mint pl. a lunani, valószínűleg számottevő kitakaródáson mentek keresztül. Kifejlődésüket a kutatók a nagy mennyiségű csapadékkal hozzák kapcsolatba. Ez csak részben állja meg a helyét, hiszen pl. Dél-Kína szubtrópusi éghajlatú területein nyugat felé – amerre a csapadék mennyisége csökken – egyre nagyobb gyakorisággal jelen-

nek meg. A leghatalmasabbak Jünnan tartományban vannak, ahol a csapadék már 1000 mm alá csökken.

A talaj nélküli karrok kifejlődésében a csapadékvíznek, a légköri CO_2 -nak és helyenként a biogén CO_2 -nak van szerepe. Az ilyen karrokon a formák élesek, szögletesek, nem feltétlenül az intenzívebb karrosodás miatt, hanem mert a kiemelkedések leoldódási sebessége egyre jobban lefékeződik. A talaj nélküli karroknál eltérő kőzetminőség, szerkezet és lejtőszög miatt a felszín differenciáltabb leoldódása markánsabb, mint a talaj alatti karrosodásnál. Ennek eredményeként a karrok különböző változatai alakulnak ki a talaj nélküli sziklafelszíneken.

A *rácskarr* a karrosodás kezdeti állapotát képviseli; ott fejlődik ki, ahol a kőzetfelszín törések hálózata be. Megnyúlt, keskeny, néhány dm-es mélyedések képződnek, amelyek gyakran rácszerűen rendeződnek el. A *hasadékkarr* akkor keletkezik, ha a kőzet törései mentén csak egy irányban megy végbe a karrosodás. A közel sík térszíneken egymással párhuzamosan néhány m-es hosszúságú árokhoz hasonló (V keresztmetszetű) mélyedések sora alakul ki, köztük csak keskeny, éles gerincek maradnak meg.

A *lejtőkarr* lejtős sziklafelszíneken lecsorgó vizek nyomvonala mentén képződik. A karrbarázdák szélessége az 1 dm-t csak ritkán haladja meg, mélységük azonban az 1 m-t is megközelítheti. Hosszuk a lejtő hosszától függően a 10 m-t is meghaladhatja. A karrbarázdák általában nem egyenként, hanem csoportosan fejlődnek ki. A lejtőkarr térszínek néha csak néhány m^2 , máskor több száz m^2 -es kiterjedé-

Lejtőkarr a Júliai-Alpokban



süek lehetnek. Számos változatuk figyelhető meg. A karrosodás korai stádiumát képviselik az *esővízbarázdák*, amelyek még nem lefolyástalanok, alsó végük felé egyre inkább kiékelődnek, bennük a víz áramlása lamináris. A fejlettebbek az oldódási csatornák, lefolyástalanok, alsó végük gyakran akna- vagy kúrtörszerű formához kapcsolódik. Bennük a víz áramlása már turbulens. A lejtőkarrak *trittenkarrokba* (medencekarr) is átmehetnek. Bizonyára ilyenkor a lejtőn lefutó víznek az oldóképessége a vízszintes felületekre érkezve még megmarad.

A trittenkarrok (medencekarrok) vízszintes sziklafelszínek maximum 0,5–1 m átmérőjű, néhány dm-es mélységű, tálhoz, medencéhez, teknőhöz hasonló mélyedései. A mélyedések egyenetlen sűrűséggel, elszórtan fordulnak elő, köztük karrosodás nélküli térszínrészeket maradnak meg. Belsejük gyakran egyenetlen, kúppokkal tagolt. Peremükről esetenként lejtésirányba oldásos csatornák vezetnek. A *kúppkarokat* egymástól többé-kevésbé elkülönülő, különféle alakú kúpok jellemzik. Csonka kúpos kifejlődésük a tengerpartok karrjai, ahol az oldható kőzet hosszabb-rövidebb ideig kapcsolatba kerül az oldóképes hullámzó tengervízzel. Ezzel szemben a jól oldódó kőssön igen hegyes, apró kúpok erdeje képződik. Előfordul barlangok falfelületén is, amelyek a felszíntől néhány m-es távolságokra vannak.

A *rétegefjekar* akkor fejlődik ki, amikor a kimozdult üledékes rétegek közel függőleges helyzetbe kerülnek. Az ilyen térszíneken csapásirányokba kireparáló rétegefjvonulatok és köztük kialakuló mélyedések képződnek. A mélyedések oldalnézetben annál aszimmetrikusabb alakúak, minél kisebb a rétegek dőlésszöge. A rétegefjekarok kiemelkedései intenzíven pusztulnak, főleg letöredeznek. A *karrazs* tal nem önálló karrtípus, hanem a karrosodó területeken bekövetkező szelektív lepusztulás formakincsben is kifejeződő jele. Ha a karrosodó térszínre kőzetdarab vagy -darabok jutnak (lehetnek akár mészkövek is), alattuk a kőzet karrosodása nem megy végbe, míg körülöttük, ahová a csapadékvíz hull, igen. Ily módon talapzaton elhelyezkedő kötőbőkö (fedőkő) magasodnak környezetük fölé.

A különböző földrajzi övezetekben a karrosodás sajátos képet mutat. Az egyenlítői éghajlatú és a szubtrópusi monszunterületeken a sok, 1000–1500 mm feletti csapadék nyomán a talaj alatti karrosodás szinte folyamatos és intenzív. A sztyeppi, majd sivatagi éghajlaton az egyre kevesebb csapadék miatt a karrosodás feltételei egyre rosszabbak. A talaj alatti karrokkal együtt gyökérrakok, köerdőkarok



Hasadékkarr a Júliai-Alpokban
(A szerző felvételei)

fordulnak elő. Ismeretes olyan felfogás is, hogy a trópusi karsztos szigethegyek – amelyek a területek tájképét alapvetően megszabják – törések, repedések mentén kifejlődő felszíni oldás (karrosodás) eredményei. Valószínűleg a köerdő típusú karr is a trópusi karsztosodás egy olyan változatát képviseli, ahol a szigethegyes karszt kifejlődése valamilyen oknál fogva akadályoztatott.

A mérsékelt övben és a mediterrán területeken a hőmérséklet alacsonyabb, mint a trópusokon, a csapadék ugyancsak (az óceáni éghajlatot leszámítva) 800–900 mm alatt marad. Az övezeten belül is igen jelentősek az eltérések, hiszen pl. a szubarktikus, valamint a sztyeppi, ill. sivatagi éghajlatokon a feltételek a karrosodáshoz kedvezőtlenek. Azokon a területeken, ahol karrosodás jelentkezik, a talaj alatti karrok és a gyökérrakok a jellemzőek.

Magashegységi területeken kis távolságon belül is a hőmérséklet és a csapadék igen eltérő lehet. Általában azonban igaz, hogy a hőmérséklet alacsony, a csapadék sok, a hó hosszú időn keresztül megmarad. A tipikus magashegységi karros térszínek a havasi gyepek és a hóhatár közé esnek. A kifejlődő talaj nélküli (rácskarr, lejtőkarr, trittenkarr, hasadékkarr, rétegefjekar) karrok egymás szomszédságában övezetesen vagy egymástól elkülöníthetetlenül fejlődnek ki.

A karrosodás mértéke és így a karrok méretei a növényzeti határtól távolodva egyre nagyobb, különösen ott, ahol a

növényzet (talaj) még foltokban jelen van. Ugyanakkor egyre több karrváltozat fejlődik ki a lejtőkarrak mellett, majd a változatok egyre kevésbé különülnek el egymástól (összetett lejtőkarrak, amelyek helyett fokozatosan összetett talaj nélküli karrok veszik át). A makrofelszíni karsztos formák egyre alárendeltebbek lesznek (vagy ki sem fejlődnek), végül a karsztosodást kizárólag a karrok képviselik. A hóhatár felé közeledve a karrok mérete és elterjedése egyre csökken, és ismét a lejtőkarrak lesznek a meghatározók. Ez bizonyára azzal magyarázható, hogy az év egyre kisebb hányadában olvad a hó (a hólével borítottság időtartama csökken).

Nem szabad megelégedezni a területek karrosodási viszonyainak értékelésénél, hogy a würr vége óta (10 500 év) a hóhatár magasabbra kerülésével, a hegyvidéki gleccserek hátrálásával szabad sziklafelszínek keletkeztek. Az itt beinduló karrosodással párhuzamosan vagy azt követve növényzet és talaj keletkezett. A növényzet és talaj első sorban a karros mélyedésekben fejlődik ki. Olyan önmagát gerjesztő folyamat indul el, amelynek eredményeként összetett talaj nélküli karrok, karrendszerek képződnek. Ezekben lejtőkarrak karbarázdái nőnek össze.

Parti sávokban (tenger és tó mentén) ott jelentkezik karrosodás, ahol a partokat oldható kőzetek építik fel. Az árapály-zónában kedvezőek a karrosodás feltételei az időszakos vízzel borítottság, ill. az intenzív vízmozgás miatt. A vízszintes sziklafelszíneken abráziós karrok, a lejtős térszíneken lejtőkarrak képződnek.



KÖVETKEZŐ SZÁMUNK TARTALMÁBÓL

Csaba György: Gondolatok a gimnáziumi oktatásról
Kalotás Zsolt: A madárvédelem múltja és jövője
Patkós András: A barionok születésének rejtélye
Beck Mihály: Faraday élete és munkássága
Vida Gábor: A biológia sokszínűsége
Emlékermek – gondolatok. Beszélgetés Bay Zoltánnal
Újvári István: Szintetikus kábítószerek
Az úrkúti „elfekvő”. Egy rejtélyes kőzet: a dolomit
Mágneses ingaóra a Napban?
Műkincsek és a modern tudomány
Húsevési szokásaink
Növényi matuzsálem