

## Recens hiperszalin dolomitok diagenetikus és litifikációs folyamatai a Duna–Tisza közén

Dr. Molnár Béla\*—dr. Szónoky Miklós\*—dr. Kovács Sándor\*\*

(6 ábrával, 1 táblázzal, 5 táblával)

**Összefoglalás:** A Duna–Tisza köze hiperszalin tavi dolomit- és dolomitiszap szelvényekben a keletkezés, az összetétel, a diagenézis és a litifikáció alapján négy tagozat különíthető el. Az alsó három tagozatban, vagyis a dolomitos mészkőben és a dolomitban az anadiagenézis kezdő fázisa, a felső dolomitiszapban pedig a szindiagenézis megy végbe. Az utóbbiban a szindiagenézisen belül a litifikáció az egyik igen fontos tényező. A pórusok kialakulása, formálódása, kitöltődési folyamata, a kitöltési anyag kémiai összetétele és kristályformája is ezektől a folyamatoktól függ és ezek hatása szerint változik.

A Duna–Tisza közü futóhomokterület buckái között található szikes tavak dolomitképződésével korábban már foglalkoztunk (MOLNÁR B.—M. MURVAI I., 1975, 1976; MOLNÁR B.—M. MURVAI I.—HEGYI-PANKÓ J., 1976; MOLNÁR B., 1979). Tisztázódott, hogy a koradiagenetikus dolomitképződés a nyári aszály okozta evaporizációnak, a növények CO<sub>2</sub> elvonó hatásának és az őszi csapadék eredményeként a tóvízbe jutó jelentős mennyiségű édesvíz keveredésének az eredménye.

A Duna–Tisza közén a dolomitnak két közettípusa jelenik meg. Az északi részek és a ma is meglevő szikes tavakban nedvesen lágy, képlékeny, szárazon laza, kézzel morzsolható dolomitiszap ismeretes. Főleg a Duna–Tisza köze DK-i részén és az egykori szikes tavakban, amelyek ma a ráfújt futóhomoktól részben már eltakartak, a karbonátszelvények alján kemény dolomit, felső részén pedig az előzőhöz hasonló laza dolomitiszap jelenik meg. Ez azt jelenti, hogy a Duna–Tisza közü dolomitoknál a diagenetikus és a litifikációs folyamat szemünk előtt játszódik le, amely jó lehetőséget ad a karbonátképződés e nagyon fontos szedimentológiai változásainak a tanulmányozására.

A karbonátos kőzetek pórusai a közettéválás során ui. jelentősen módosulnak. E folyamat pontosabb tisztázása a szénhidrogén- és víztároló karbonátos kőzetek szempontjából jelentős feladat. De a karbonátos kőzetek kémiája, annak a víznek a kémiájával is szorosan összefügg, amelyből a leülepedés történt. A zárt tömedencék karbonátképződése az egykori tó vízszintjének és kémiájának a változásaira, az evaporizáció arányának a mértékére és a klímaváltozásokra különösen sok felvilágosítást adhat.

Magyarországon számos szárazföldi tavi karbonátközbetelepülés ismeretes, pl. a mecseki perm képződményekben, a Dunántúli-középhegység alsóocén rétegeiben, vagy a Tolnai-domvidék pannóniai és pleisztocén képződményei között (ÁDÁM L.—MAROSI S.—SZILÁRD J., 1959; FORGÓ L.—MOLDVAY L.—STEFANOVITS P.—WEIN Gy., 1966; SZENTES F., 1968; ÁDÁM L., 1978). Ezek

\* JATE Földtani és Őslénytani Intézet, Szeged

\*\* Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest

Előadásaként elhangzott az MFT Alföldi Területi Szervezetének 1978. márc. 20-án tartott szakülésén

feldolgozása a jövő feladata és szintén jelentős ősföldrajzi összefüggéseket tárhatnak fel.

A továbbiakban a Duna—Tisza közti karbonátok diagenetikus és litifikációs folyamatait mutatjuk be.

### A diagenézis és a litifikáció fogalmának meghatározása

A magyar szakirodalom a *diagenézist* általában közettétválásnak nevezi. Ezek szerint a közetté keményedés, a *litifikáció*, a diagenézisnek csupán rész-folyamata.

A) A nemzetközi irodalomban a *diagenézisnek* számos meghatározása ismeretes. Különösen nehéz egységes álláspontot találni a diagenézis határait illetően. A legtöbb felfogás azonban megegyezik abban, hogy köztetdiagenézisen a leülepedés és a metamorfózis közötti állapot folyamatait érti.

A diagenézis egyébként magában foglalja mindazokat a fizikai, fizikokémiai, kémiai és biológiai változásokat, amelyek az üledékben kis hőmérsékleten és nyomáson, tehát nagyrészt a felszín közelében következnek be. Adott üledéknek azonban már a szedimentációs ciklusában is jelentkezhetnek, illetve még a mállási ciklusában is kimutathatók diagenetikus folyamatok.

A karbonátok és karbonátos kőzetek diagenézisével az utóbbi időben többen is foglalkoztak (BRICKER, O. P., 1971; BATHURST, R. G. C., 1970, 1971; CHILINGAR, G. V.—BISSELL, H. J.—WOLF, K. H., 1967; FAIRBRIDGE, R. W., 1967; FOLK, R. L., 1965, 1974; FRIEDMAN, G. M., 1964, 1975; MILLIMAN, J. D., 1974 és PRUDY, E. G., 1968).

A diagenézisnek FAIRBRIDGE, R. W. (1967) szerint három szakasza van: 1. szindiagenetikus-, 2. anadiagenetikus-, és 3. epidigenetikus szakasza.

A *szindiagenetikus* szakasz geokémiai folyamatainak elsődleges szabályozója az ásványsemcsék közt változatos kötése erősséggel jelenlevő, nagymennyiségű porusvíz.

Az *anadiagenézis* a korábbinál mélyebb betemetődéssel veszi kezdetét. Fő folyamata a közetté szerveződés, a „litifikáció”. Az üledék folyadék tartalma ebben a szakaszban erősen migrál, összmennyisége jelentősen csökken.

Az *epidigenézis* az üledék (kőzet) fel- vagy kiemelkedést követő szakasza. Fő hatótényezője a lefelé áramló légköri hatások alatt levő víz.

A karbonátos üledékes kőzetek diagenézisének CHILINGAR, G. V.—BISSELL, H. J.—WOLF, K. H. (1967) szerint legfontosabb folyamatai a következők: 1. Fizikai folyamatok: kompakció, kiszáradás, zsugorodás; 2. Fizikokémiai folyamatok: oldódás, kilúgozás, elszintelenedés, oxidáció, redukció, újra-kicsapódás, átkristályosodás, cementáció, autigén ásványképződés stb.; 3. Biokémiai és organikus folyamatok: üregképződés, szerves és szervetlen vegyületek képződése.

FÜCHTBAUER, H. (1974), MILLIMAN, J. D. (1974) és FOLK, R. L. (1974) a diagenetikus folyamatokat a következőképpen osztályozták.

I. Romboló diagenézis, amely a biológiai vagy a mechanikai erózió és a kémiai oldás eredményeként a karbonátok leülepedését eredményezi.

II. Építő diagenézis, amely a karbonátok újraképződését, átalakulását hozza magával.

Az utóbbinak egyik fajtája az *izokémikus* diagenézis, amely az üledék kémiai összetételét nem változtatja meg. Ide tartozik pl. a kora- és a késődiagenetikus cementképződés. A neomorfizmus, amikor átkristályosodás történik,

pl. a biogén eredetű héjtöredék nagyobb kristályaiból kisebb kristályok alakulnak ki, vagy az oldódás során aragonitból kalcit alakul ki. Végül ide tartoznak a szelektív, pl. agyagbekérgező oldódási folyamatok is, amelyek sztilolitot és másodlagos porozitást eredményeznek.

Az építő diagenézis másik fajtája az *allokémikus*, amely az üledéket kémiaiilag is átalakítja. Ilyen pl. a kora- vagy későgenetikuss dolomitosodás, a dedolomitosodás, a Mg-tartalmú kalcit oldódása és kalcittá való átalakulása, agyagásványosodás, zeolitosodás és az autigén ásványok képződése.

B) A *litifikációt*, vagyis a közetté szerveződést általában a diagenézis egyik, és talán legfontosabb folyamatának tekintjük. CHILINGAR, G. V.—BISELL, H. J.—WOLF, K. H. (1967) szerint a litifikáció az a folyamat együttes, amely az újonnan lerakódott üledéket megszilárdult közetté alakítja át. Ez az átalakulás a diagenézis bármely szakaszában végbemehet. A litifikációs folyamatokban a legfontosabb tényezők a kompaktáció, cementáció, átkristályosodás, dolomitosodás és a nyomási oldás.

A diagenetikuss és a litifikációs folyamatok között lényeges különbség, hogy a diagenézis megjelenése a fácies, illetve az üledék felépítésének a függvénye, tehát specifikus, a litifikáció viszont valamennyi üledékben felléphet. A litifikáció a kőzet egyik fejlődési szakaszának is tekinthető, amely a diagenézis során bármikor, és csaknem valamennyi diagenetikuss folyamat hatására bekövetkezhet.

A karbonátos kőzetek litifikációja során a karbonátiszap kemény karbonátközzetté alakul át, miközben a karbonátból és az 50–70%-os vízdús pórusból álló anyag pórustartalma 2–3%-ra csökken. Ha ennél a folyamatnál a kompaktáció szerepe alárendelt, úgy a cementképződéshez nagy karbonátmennyiségnek kell rendelkezésre állni. BATHURST, R. G. C. (1970) szerint a litifikációt sok finom szemcséjű karbonátnál a cementáció és a neomorfizmus együttes hatására kell visszavezetni és alapvetően a következő folyamatok határozzák meg.

1. A nagyon kisméretű komponensek feloldódása és a nagyobb komponensek előtérbe kerülése.

2. Aragonitnak kalcittá történő alakulása.

3. A nagy magnézium tartalmú kalcit átkristályosodása, miközben a két vegyértékű magnézium a pórusvízben marad.

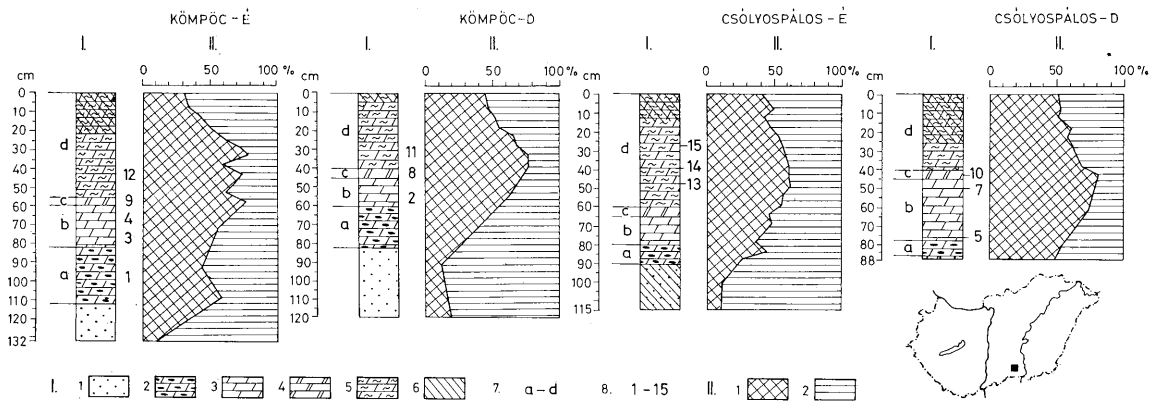
4. A szemcse érintkezéseknél nyomási oldódás történik,

5. Amikor a cementáció során a szemcsék felületén szintaxiális növekedés van.

Hogy a litifikáció során a felsorolt folyamatok közül melyik játsza a nagyobb szerepet, az mindig a karbonát alkotórészének ásványtani tulajdonságától, formájától, szemcsenagyságától, az agyagásvány- és szervesanyag-tartalomtól, valamint a lerakódási mélységtől függ.

## A Duna—Tisza közti karbonátok összetétele és szövettani kifejlődése

A Duna—Tisza köze DK-i részéről vizsgálatra négy jellegzetes karbonát-szelvényt választottunk ki (1. ábra). Ezek közül a Csólyospálos-D-i éppen a korábbi kutatási eredmények alapján, miután szedimentológiaiilag ritka és igen érdekes földtani képződmény, természetvédelem alatt áll (MUCSI M., 1963; MOLNÁR B., 1979).



I. ábra. A vizsgált Duna-Tisza közti karbonátszelvények kifejlődése. J e l m a g y a r á z a t: I. 1. Aprószemű homok, 2. Vasas kiválásokat tartalmazó lazább szerkezetű homokos, meszes dolomit és dolomitos mészkő, 3. Világosszürke kemény dolomit, 4. Sötétszürke kemény dolomit (peccsreg), 5. Világosszürke dolomitiszap, 6. Humuszos rétegek, 7. a.-d.: A szelvényben belüli karbonátos rétegtagok jelölése, 8. 1-15: A szelvényből vizsgálatra vett minták helye és száma. A számok azonosak az I. táblázat mintaszámával; II. 1. Sósavban oldható rész, 2. Sósavban oldhatatlan rész

Fig. 1. Geological features of the studied carbonate sections from the Danube-Tisza Interfluve. L e g e n d: I. 1. Small grained sand, 2. Sandy, calcareous dolomite and dolomitic limestone of rather loose structure with ferruginous segregations, 3. Light grey hard dolomite, 4. Dark grey hard dolomite, 5. Light grey dolomite-chalk, 6. Humified layers, 7. a.-d.: Carbonate members within the section, 8. 1-15: Locations and numbers of samples taken from the section for analysis. The numbers are identical with sample numbers from Table. I.; II. 1. Part dissolvable in hydrochloric acid, 2. Part not dissolvable in hydrochloric acid.

A vizsgált karbonátszelvények közül három erősen okkerfoltos aprószemű futóhomokra, a Csólyapálos-É-i feltárás pedig fekete szervesanyag-tartalmú aprószemű futóhomokra települ. A futóhomok sósavban oldható része általában 10–20% közötti.

A karbonátszelvényeken belül a következő rétegtagok különíthetők el:

a) A karbonátszelvények mindenhol 10–30 cm-es vörös, vasas kiválásokat tartalmazó, lazább szerkezetű homokos karbonáttal kezdődnek, amelynek sósavban oldható része, felfelé általában növekvő értékkel 30–60% közötti (1. ábra).

b) A következő rétegtag 15–30 cm vastagságú, világosszürke, makroszkóposan homogénnek látszó kemény karbonátkőzet, amelynek sósavban oldható része mindenhol 50% feletti, esetenként azonban a 80%-ot is eléri. Ezt a rétegtagot tulajdonságai miatt a környéken a tanyák alapozásához használták fel, illetve ritkábban még ma is használják.

c) A világosszürke karbonátkőzeten mind lefelé, mind pedig felfelé elég jól kifejlődött réteglappal 5–8 cm vastag igen kemény 80% feletti karbonáttartalmú, sötétebb szürke karbonátkőzet, népi nevén pecsmeg települ.

d) Végül a karbonátszelvények zárótárgja 40–60 cm vastag, laza, szárazon porlékony, világosszürke karbonátiszap, amelynek sósavban oldható része, felfelé általában csökkenő tendenciával 30–80%. A szelvények felső része 10–25 cm-es vastagságban mindenhol talajosodott.

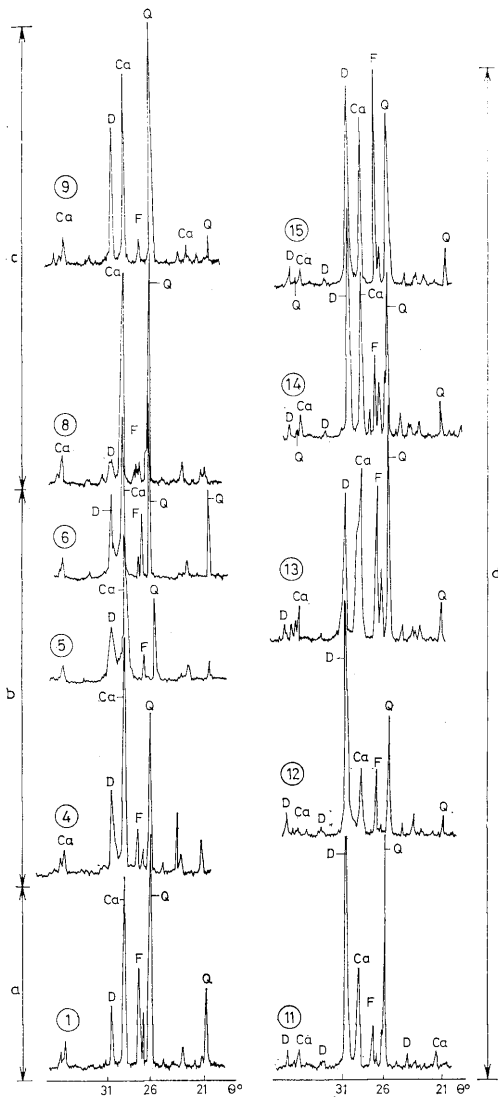
Az egyes rétegtagokból 15 jellegzetes mintát vettünk, majd ezeken többirányú részletes üledéktani vizsgálatot végeztünk (1. ábra: I. 1–15., I. táblázat).

Mind a 15 típusmintáról röntgendifraktométeres felvétel készült. A jellegzetesebb röntgenfelvételek a 2. ábrán láthatók. A felvételi görbéknek csak azok a szakaszai vannak feltüntetve, amelyek elsősorban a karbonátok összetételét tükrözik. Ha a görbékét szelvényszakaszonként értékeljük, látható, hogy a vasas kiválásokat tartalmazó laza homokos karbonátban, vagyis az a rétegtagban, a Kömpöcről származó 1. sz. minta alapján a kalcit uralkodik, de jelentős a dolomit is. A makroszkópos megjelenésnek megfelelően, összetételében fontos a kvarc és a földpát (2. ábra: 1. minta).

A vizsgálatra kiválasztott minták szelvényeken belüli helyzete és száma  
Positions within the section and numbers of the samples selected for analysis

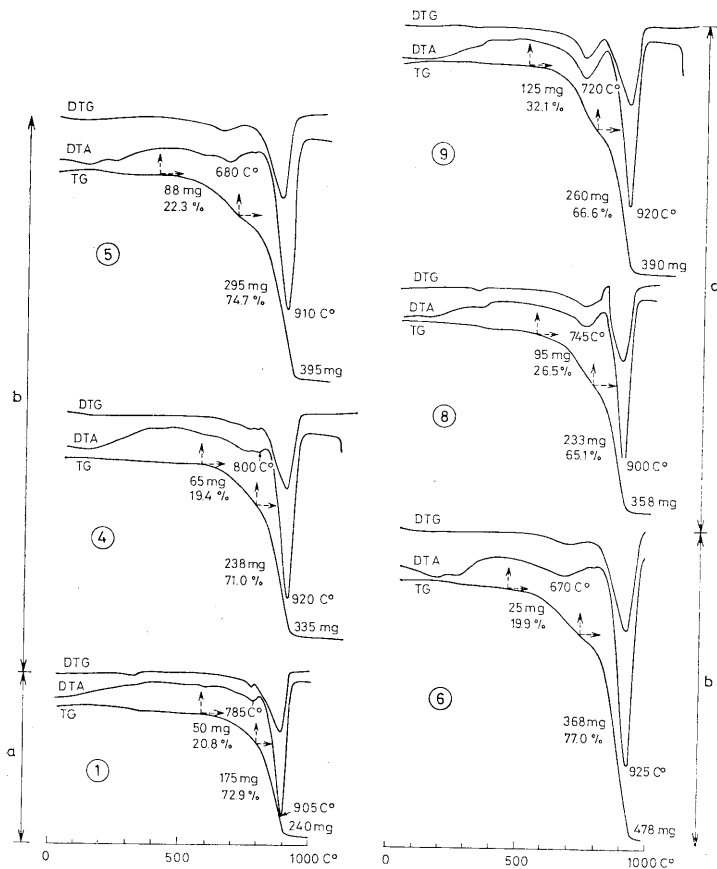
I. táblázat – Table I.

A minta szelvényeken belüli helye	A minta száma	A mintavétel helye
Világosszürke dolomitiszap <i>d</i> rétegtag	15.	Csólyapálos-É 25–50 cm-es rész felső 5 cm-e
	14.	Csólyapálos-É 25–50 cm-es rész középső 5 cm-e
	13.	Csólyapálos-É 25–50 cm-es rész alsó 5 cm-e
	12.	Kömpöc-É 40–45 cm
	11.	Kömpöc-D 30–35 cm
Sötétszürke kemény dolomit (pecsmeg) <i>c</i> rétegtag	10.	Csólyapálos-D 60–65 cm
	9.	Kömpöc-É 60–65 cm, finomnan rétegzett
	8.	Kömpöc-D 40–45 cm
Világosszürke kemény dolomit <i>b</i> rétegtag	7.	Csólyapálos-D a pad teteje (c)
	6.	Csólyapálos-D a pad alja (b)
	5.	Csólyapálos-D a pad alja (a)
	4.	Kömpöc-É 60–82 cm (a)
	3.	Kömpöc-É 60–82 cm (b)
	2.	Kömpöc-D 45–60 cm, a felső részéből
Vasas kiválásokat tartalmazó lazább szerkezetű homokos dolomit és dolomitos mészkő <i>a</i> rétegtag	1.	Kömpöc-É 82–102 cm



2. ábra. A vizsgált szelvények különböző rétegtagjainak (a-d) röntgendiffraktómetéres felvételei. Felvételi körülmények:  $\text{CuK}\alpha$ , Ni szűrő, 32 kV, 24 mA,  $2^\circ/\text{perc}$ . A mintaszámok azonosak az I. táblázat mintaszámaival. D = dolomit, Ca = kalcit, F = földpát, Q = kvarc

Fig. 2. X-ray diffraction patterns of different members (a-d) of the sections studied. Specification of the analyses:  $\text{CuK}\alpha$ , Ni filter, 32 V, 24 i.,  $2^\circ/\text{min}$ . Sample numbers are the same as in Table I. D: dolomite, Ca: calcite, F: feldspar, Q: quartz



3. ábra. A vizsgált szelvények *a-c* rétegtájainak derivatográfiai felvételei. DTG = derivatív termogravimetrikus változás, DTA = differenciál termikus analízis, TG = termogravimetrikus változás. Érzékenység: DTG 1/10, DTA 1/10, TG 500 mg, a dob sebessége 100 perc, a felfűtés sebessége  $10^{\circ}$ /perc. A mintaszámok azonosak az I. táblázat mintaszámáival

Fig. 3. Derivatographic results obtained for the members *a* to *c* of the studied sections. DTG = derivative thermogravimetric change, DTA = differential thermal analysis, TG = thermogravimetric change. Sensitivity: DTG 1/10, DTA 1/10, TG 500 mg, drum speed 100 min., rate of heating  $10^{\circ}$ /min. Sample numbers are the same as in Table I.

A világosszürke kemény karbonátban, vagyis a *b* rétegtagban ugyanazok az ásványok uralkodnak, mint az előzőben, csupán a földpát mennyisége kevesebb (2. ábra: 4–6. minta).

A sötétebb szürke kemény karbonátnak (pecsmegnek), vagyis a *c* rétegtagnak az összetétele a két röntgenfelvételi görbe alapján különböző (2. ábra: 8., 9. minta). A Kömpöc-D-i feltárásból származó mintában a dolomit kisebb, a kalcit viszont nagyobb mennyiségű. A Kömpöc-É-i feltárás 9. mintában viszont a kalcit mellett a dolomit is igen jelentős.

A pecsmeg felett mint láttuk makroszkóposan lényeges változás van. Az eddigi keményebb kifejlődést a *d* rétegtagban laza szerkezetű karbonátiszap váltja fel. Összetételében a röntgenfelvételek szerint szintén változás következik be. Az eddigi kalcittal és dolomittal szemben mindenhol a dolomit uralkodik (2. ábra: 11–15. minta).

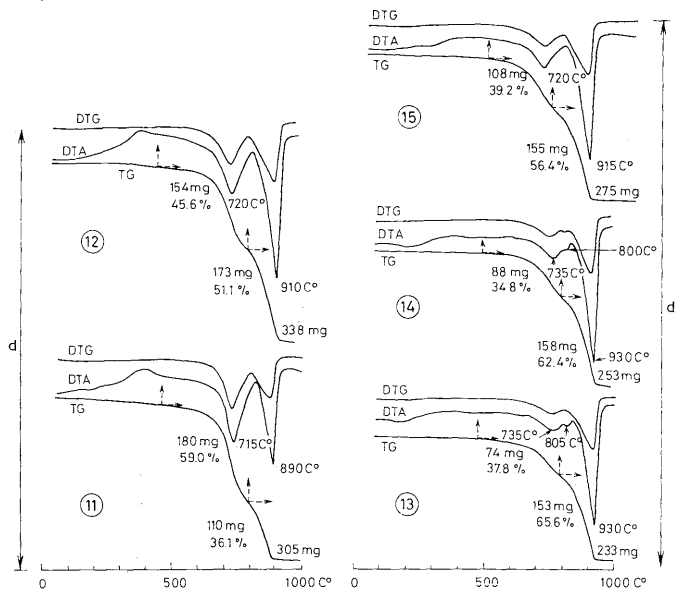
A röntgendiffraktométeres felvételekkel párhuzamosan ugyanazon mintákból derivatográfiás vizsgálat is készült. A vasas kiválásokat tartalmazó homokos karbonát (*a* rétegtag) és a világosszürke kemény karbonát (*b* rétegtag) eredményei eléggé hasonlóak egymáshoz. A  $\text{CaCO}_3$ -ra vonatkozó érték 71,0–77,0%, a  $\text{CaMg}/\text{CO}_3/2$ -ra vonatkozó pedig 19,4–22,3% közötti, tehát mindkettő igen szűk határok között változott. A dolomit kettős endoterm csúcsából az első eléggé rosszul kifejlődött, a másik azonban jellegzetes (3. ábra: 1–6. minta).

A sötétszürke kemény karbonát (*c* rétegtag)  $\text{CaCO}_3$  értéke 65,1–66,6%-ra csökken, a  $\text{CaMg}/\text{CO}_3/2$ -é pedig 26,5–32,1%-ra nő (3. ábra: 8–9. minta). A Kömpöc-É-i feltárás 9. minta, amelynek a röntgendiffraktométeres felvétele is intenzív dolomitcsúcsot mutatott, jellemző és elég jól kifejlődött kettős endoterm dolomitcsúcsú (3. ábra: 9. minta).

Még intenzívebb kettős endoterm csúcsúak a karbonátiszapok görbéi (4. ábra: 11–15. minta). A röntgenfelvételekkel szintén összhangban a  $\text{CaCO}_3$ -ra vonatkozó értékük 36,1–65,6%, a  $\text{CaMg}/\text{CO}_3/2$ -ra vonatkozó pedig 34,8–59,0% között változik, vagyis elég tág határok között és az utóbbi értéke igen megnő. Érdekes, hogy a dolomit első endoterm csúcsa alacsonyabb, 715–735 °C közötti hőmérsékleten következett be, mint a szokásos. Az irodalmi adatok szerint ennek alapvetően két oka lehet. Az első csúchőmérséklet eltolódása vagy a gyengébb kristályosodási foknak, vagy pedig a vízben oldható sók jelenlétének az eredménye (BERG, L. C., 1943; FÖLDVÁRINÉ FOGL M., 1958; FÜCHTBAUER, H.—GOLDSCHMIDT, H., 1965; MÜLLER, G., 1969, 1970; MÜLLER, G.—IRION, G.—FÖRSTER, U., 1972; MÜLLER, G.—WAGNER, F., 1978; FÖLDVÁRI M., 1974; SZENDREI G., 1972; SZŐÖR Gy.—RAKONCZAI J.—DÖVÉNYI Z., 1978).

Miután a Duna–Tisza közti karbonátoknál az eddigi vizsgálatok szerint, a jelenleginél még jóval széthűzöttabb röntgendiffraktométeres felvételek esetében is csak nagyon ritkán lehet protodolomitot (vagy nagy magnézium-tartalmú kalcitot), tehát gyengébb kristályosodási fokú, kevésbé jól rendeződött kristályszerkezetű dolomitot kimutatni, a második ok jöhet számításba. A karbonátok erősen lúgos kémhatású szikes tavakból csapódtak ki, ahol a vízben oldható sók közül a  $\text{NaHCO}_3$  és a  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  mindig jelen van (MOLNÁR B.—M. MURVAI I.—HEGYI-PAKÓ J., 1976; MOLNÁR B., 1979). Az első endoterm csúcs hőmérsékletcsökkenését tehát ezek a sók okozhatják. FÜCHTBAUER, H. a Bochumi Egyetem Földtani Intézetének a professzora szintén megvizsgálta ezt az anyagot. Röntgenfelvételei alapján megállapította, hogy a dolomitiszap





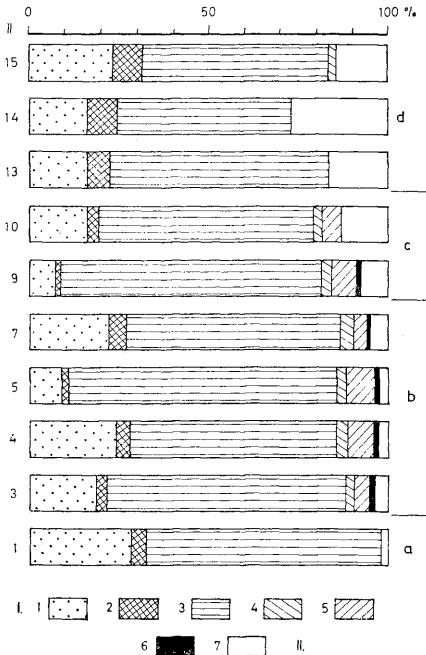
4. ábra. A vizsgált szelvények *d* rétegtagjának derivatográfiai felvételei. A felvételi körülmények megegyeznek az 5. ábrán látható felvételekével. A mintaszámok azonosak az I. táblázat mintaszámaival

Fig. 4. Derivatographic results obtained for member *d* of the studied sections. The analytical circumstances are the same as in Fig. 5. Sample numbers are identical with the numbers from Table I.

értékei a következők:  $\text{Ca}_{0.55} \text{Mg}_{0.45}$ , tehát összetételük alapján kalcium-dolomitok. Rendezettségi vonaluk  $35,2$  ( $2$  theta), vagyis kristálytanilag közepes rendezettségűek és valódi dolomitok. A kalcium többlet FÜCHTBAUER, H. szerint bizonyíték a helyben történő keletkezésére. Ezek az eredmények saját eredményeinkkel egybevágoak és megerősítik azokat.

A típusmintákból a „rétegzésre” merőlegesen vékonycsiszolati és scanning-elektronmikroszkopos felvételek készültek. A vékonycsiszolatokat a dolomit és a kalcit megkülönböztetésére még Na-alizarin szulfonáttal is megfestettük. A vizsgálati eredményeket rétegtagonként értékelve a következőket kaptuk:

Az *a* rétegtag vékonycsiszolata a Folk-féle szövettani elemek értékelése alapján  $64,1\%$ -ban tartalmaz mikritet (FOLK, R. L., 1959) (5. ábra: 1. minta). A festés szerint a mikrit jó része meszes anyag. Dolomitoltok csak  $1$  mm alatti méretben jelentek meg. Igen jelentős,  $23,0\%$  a törmelékes eolikus származású kvarc és földpátszemcsék mennyisége (I. tábla, 1.). A minta néhány százalékban tartalmaz még törmelékes – festés alapján – mészszenecskéket és kitöltetlen porusokat.



5. ábra. A karbonátszelvényekből készült vékonycsiszolatok FOLÉ-féle módszerrel meghatározott szöveti alkotóelemei. J e l m a g y a r á z a t: I: 1. Kvarc és egyéb törmelékes szemcse, 2. Karbonátos törmelékesszemcse, 3. Mikrit, 4. Mikropátit, 5. Pátit, 6. Bioklasztikum, 7. Kitöltetlen pórus; II: 1–10. A csiszolat mintaszáma. (Azonos az I. táblázat mintaszámaival), a–d az egyes rétegtagok jelölése

Fig. 5. Textural constituents of thin sections from carbonate sections as determined by FOLÉ's method. Legend: I. 1. Quartz and other detrital grain, 2. Carbonate detrital grain, 3. Micrite, 4. Microsparite, 5. Sparite, 6. Bioclast, 7. Unfilled void; II. 1–10. Sample number of the thin section. (The same as in Table I.), a–d: the individual members

A mátrix tulajdonképpen a szemcsék közti teret tölti ki. A törmelékes szemcsék aránya olyan jelentős, hogy a Dunham-féle osztályozás szerint a kőzet a kissé szemcsés karbonátkőzetek (wackestone) csoportjába tartozik és az ún. iszap beágyazású (mud supported) lerakódási szövetet mutatja (DUNHAM, R. J., 1962).

A törmelékes szemcsék aránya a kimért mintáénál a legtöbb esetben nagyobb. A mátrix és a szemcsék eloszlása ui. nem egyenletes, hanem nagyon változó. Például a vasas kiválások is kevesebb szemcsét tartalmaznak, mint a környezetük (I. tábla, 2.). Ezért a kimérést ezeknél a homokosabb mintáknál több esetben nem is lehetett elvégezni, mert a mintán belül területrészenként egé-

szen más eredmény adódott volna. A szemcsésebb részek még a Dunham-féle szemcse beágyazású (grain supported) lerakódási szöveti szerkezetet is elérik.

A mikrit a scanning-elektronmikroszkópos felvételek szerint anhedrális kristályokból áll (I. tábla, 5.). A pórusok legtöbbje növényi, vagy szemcséközi eredetű (CHOQUETTE, Ph. W.—PRAY, L. C., 1970) (I. tábla, 1.). Az utóbbiak úgy jöttek létre, hogy az oldatból kiváló karbonát a részecskék közötti terület egy részét nem töltötte ki. A pórusok kitöltődési folyamata megkezdődött. A kitöltő anyag mikropátit, vagy pátit, amely a scanningelektronmikroszkópos felvételek szerint a c-tengely irányában megnyúlt fibrózus kalcit (I. tábla, 3–4.).

Ha az *a* réteg fossziliákat tartalmaz, úgy az elsősorban morfológiai szempontból épp csigahéjakból áll, amelyek vasas mikrittel vannak kitöltve.

A *b* rétegtag az előzőnél lényegesen egyenletesebb szöveti kifejlődésű (I. tábla, 6.). A törmelékes szemcsék is egyenletesebben szórta helyezkednek el. A szöveti elemek közül a mikrit 57,6–74,4% között változik (5. ábra: 3–7. minta). Festés alapján a mátrix kalcit-, vagy dolomit-, de előfordul dolomitos kalcimikrit is. A törmelékes kvarc és földpát 9,0–28, 5% közötti. Néhány százalékban tartalmaz még törmelékes  $\text{CaCO}_3$  összetételű szemcséket, póruskitöltő mikropátitot, pátitot, valamint bioklasztikumot és az *a* rétegtagnál valamivel nagyobb százalékban kitöltetlen pórust (I. tábla, 6., II. tábla, 1–2.). Előfordulnak euhedronok dolomit kristályok is. A *b* rétegtag a Dunham-féle osztályozás szerint a kissé szemcsés, iszap beágyazású karbonátközetek csoportjába tartozik. A mikrit scanning-elektronmikroszkópos felvétel alapján anhedrális kristályokból áll (II. tábla, 6.).

A pórusok mind alakjuk, mind pedig származásuk szerint igen különbözőek. A rétegtéstől függetlenül teljesen szabálytalanul elhelyezkedő, különböző csövekből, esetleg elágazó csövekből álló növényi eredetű pórusoktól a rétegzésre merőleges vízszintes irányú zsugorodási (II. tábla, 3.), a részecske, vagy szemcséközi, valamint a kioldási pórusig (II. tábla, 5.) sok változat fordul elő. A II. tábla 2. felvétele pedig csigahéjon belüli pórust mutat be.

A pórusok kitöltődése alakjukhoz és keletkezésükhöz hasonlóan szintén igen különböző. A kitöltődés megkezdődésének még a nyomát sem mutató pórusoktól, a teljesen kitöltött pórusig minden változat előfordul (II. tábla, 2. és 5., III. tábla, 1., 2.). A kitöltődés általában mikropátittal kezdődik, majd pátit nagyságú druzás kalcittal folytatódik. A kitöltés anyaga a pórusok falán koncentrikusan válik ki (II. tábla, 4.).

A csigahéjon belüli pórus úgy jött létre, hogy az eredeti karbonátiszap a csigahéjnak csak egy részébe folyt be, a másik része üresen maradt. A héjon belüli iszap a mikrittel válás során még zsugorodhatott is, így a csigahéj alsó része általában dolomitkristallal, felső része pedig a későbbi diagenetikus mikro-kalcipátittal, vagy kalcipátittal van kitöltve.

A zsugorodási pórusok vízszintes helyzetűek és a pórusok falával párhuzamosan vasas kiválás figyelhető meg. Hasonló pórusokat és jelenséget FISCHER, A. B. (1964) az alpi triászról írt le. A vasas kiválást a nyári és a téli évszak közötti hidrometeorológiai különbségek okozta kicsapódás eredményének tekintik. A mi esetünkben is nagy a valószínűsége ennek. A kioldási pórus a későbbi oldatok kioldó hatására jött létre.

A *b* rétegtagban előforduló fossziliák, amelyek itt is főleg csigákból állnak épp héjak, vagy töredékek formájában jelennek meg. A csigahéjak gyakran

nem vízszintes, hanem ferde (II. tábla, 2), vagy éppen függőleges irányban ágyazódnak ne. Ritkán *Charales* oospórák is előfordulnak.

A *c* rétegtag szöveti képe igen változatos (III. tábla, 3–6., IV. tábla, 1–4.). Felépítésében a mikrit 60,0–73,0% között veszt részt (5. ábra: 9., 10. minta). Festés alapján a 9. mintában a mátrix dolomikrit, a 10. mintában pedig kalcimikrit és dolomitos kalcimikrit. A törmelékes kvarc és földpát a 9. mintában, az eddig tapasztalt legkisebb értékkel van jelen, alig 7%-ot ér el. A 10. mintában is mindössze 16%. A törmelékes karbonátszemcse továbbra is néhány százalékot ér el. Az eddigiekhez képest lényeges változás, hogy a pórusok nagyobb százalékban fordulnak elő, amelyet a mikroszkópi szöveti felvételek is jól mutatnak. A póruskitöltő mikropátit, pátit és a bioklasztikum a korábbiakhoz hasonló mennyiségű. A *c* rétegtag is a kissé szemcsés, iszap beágyazódású karbonátközetek közé tartozik.

A mikrit scanning-elektronmikroszkópos felvételek alapján szubhedrális kristályokból áll (IV. tábla, 2.).

A pórusok az egész karbonátszelvényeken belül minden vonatkozásban itt a legváltozatosabbak. Makroszkópos megjelenésükkel korábban már foglalkoztunk (MOLNÁR B., 1979). A pórusoknak makroszkópos vizsgálat alapján a következő fajtái fordulnak elő. Az eddig jelenlevőek közül a növényi eredetű, főleg rhizoidák által létrehozott, zsugorodási, gáz és csigahéjon belüli pórusokhoz egy újabb pórusfajta csatlakozik. Ez az ún. védett vagy ernyőpórus, amely azáltal jön létre, hogy a lefelé fordított domború héjtöredék alá, a karbonátiszap nem tud befolyjni, így ott védett pórust hoz létre (III. tábla, 4.). (CHOQUETTE, Ph. W.—PRAY, L. C., 1970). Igen szépek a rétegtagon belüli gázpórusok. Számos megfigyelés alapján a nedves karbonátiszapban ezek még izometrikus formát mutatnak. A kiszáradáskor, vagyis a litifikációs folyamat során azonban deformálódnak és így lesz belőlük szabálytalan alakú pórus (III. tábla, 6., IV. tábla, 1.). Ebben a rétegtagban a szemcseközi pórusok igen alárendelt szerepűek.

A pórusok kitöltése szintén nagyon változatos. A kitöltetlen pórustól a teljesen kitöltött pórusig minden fajta megjelenik (III. tábla, 3., 4., 6., IV. tábla, 1., 3., 4.). Az egymással párhuzamosan elhelyezkedő zsugorodási pórusoknál az ún. lemez-repedéseknél (sheet cracks) gyakran megfigyelhető, hogy a pórusba felülről, a még nem teljesen konszolidált karbonátiszap befolyt. A pórusok kitöltésének anyaga egyébként az eddigiekhez hasonló. A kitöltetlen részen legtöbbször druzás klacit látható (IV. tábla, 3., 4., V. tábla, 1.). A zsugorodási pórusok fala mentén itt is gyakoriak a vasas kiválások.

A fossziliák legnagyobb része ép csigahéjából áll, de töredék formájában is megjelennek. Az ép házak főleg vízszintes beágyazódásúak. A gyakori *Charales* oospórák viszont a legkülönbözőbb beágyazódási helyzetűek (IV. tábla, 1.).

A karbonátiszapban (*d* rétegtag) a mikrit 48,8–60,1% között változott (5. ábra: 13–15. minta). Festéssel minden esetben dolomikrit volt. A törmelékes kvarc és földpát, felfelé növekvő értékkel, 16,0–23,5% között jelent meg. A karbonátiszap törmelékes szemcséi az eddigi 0,1–0,2 mm uralkodó szemcseátmérővel szemben finomabbak, uralkodólag csak 0,02–0,06 mm közöttiek (V. tábla, 2., 3., 4.). A finomabb szemcseátmérőjű törmelékes karbonátok százaléka szintén megnő és 6,5–8,5% között változik. Ezek a szemcsék az eddigi, főleg eolikus törmelékes karbonátos extraklasztokkal szemben, valószínűleg intraklasztok, amelyeket a tavak teljes kiszáradása idején a még nem teljesen konszolidált fenékről a szél szakított fel és halmozott át. A scanning-elektron-

mikroszkópos felvételek szerint a dolomit-mátrix uralkodólag euhedrális kristályokból áll (V. tábla, 5.).

A póruskitöltő mikropátit és pátit ebből a rétegtagból hiányzik. Minimális mennyiségben legfeljebb a talajosodási folyamat eredményeként a talajzónában jelentkeznek. A kitöltetlen pórusok mennyisége erősen megnő. Különösen jelentős, 17,0–27,0%-ot ér el a talajszint alatt, de még a talajosodott szintben is nagyobb százaléku, mint a szelvény mélyebb részén (5. ábra: 13–15. minta).

A karbonátiszapban a zsugorodási, a növényi és különösen a gázeredetű pórusok uralkodnak (V. tábla, 2., 3., 4., 6.). A vékonycsiszolatokban szinte látszik, hogy a pórusképződés, illetve a pórusok alakjának a formálódása jelenleg is tart.

A fossziliák közül, a már eddig is előfordult csigahéjakon kívül a *Charales* rhizoida is jelentős. Ez valószínűleg annak köszönhető, hogy a kőzetből a rotadási folyamat még nem tüntette el.

### A Duna—Tisza közti karbonátok diagenetikus és litifikációs folyamatai

Mielőtt a diagenetikus és litifikációs folyamatokat elemeznénk, nézzük meg először, hogy a szöveti elemek Folk-féle háromszögdiagramon való ábrázolása mit mutat. Folk, R. L. szerint, ha a karbonátközetek mikrokristályos, allokém és pátos kalcit arányát háromszögdiagramon ábrázoljuk, úgy az egyes tartományok alapján három alapvető karbonáttípust különíthetünk el (Folk, R. L., 1959). Az általunk vizsgált karbonátok eredeti elképzelés szerinti ábrázolását nehezítette, hogy az allokém és a terrigén karbonátos törmelékscsékét egyértelműen nem lehetett elkülöníteni. Másrészt a póruskitöltő mikropátit és a pátit, mint később kitérünk rá, diagenetikus folyamat eredménye.

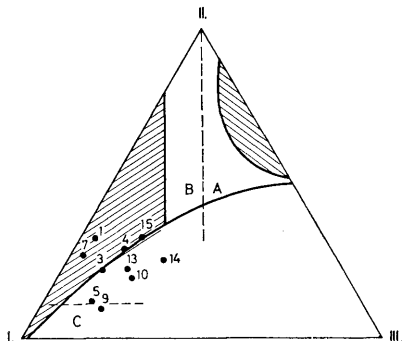
Az ábrázolást tehát úgy módosítottuk, hogy az egyik csúcson a mikritet (I.), a másikon a törmelékes kvarcot, földpátot, az intra- és extraklasztikumként szereplő kalcit szemcséket és a bioklasztikumokat összevontan (II.), a harmadikon pedig a póruskitöltő mikrokalcipátitot és kalcipátitot, valamint a kitöltetlen pórusok arányát (III.) vittük fel (6. ábra).

A 6. ábra alapján a Duna—Tisza közti karbonátok a mikrokristályos allokém és az ortokém mikrokristályos karbonátok csoportjába tartoznak, ami azt jelenti, hogy a lerakódás idején az üledékképző közeg mozgási energiája kicsi, a kicsapódás pedig gyors volt (Folk, R. L. — Land, L. S., 1975).

Mint a bevezetőben utaltunk rá korábban foglalkoztunk már azzal, hogy a Duna—Tisza közti karbonátok, a tóvizek nagyobb össz sótartalma és a 7–12 közötti  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$ -aránya miatt válnak ki nagy magnéziumtartalmú kalcitként, majd koradiagenetikus úton alakulnak át dolomittá (Molnár B., 1979).

A különböző rétegtagok további részletes diagenetikus és litifikációs folyamatait a következőképpen értékelhetjük.

A vasas kiválásokat tartalmazó laza szerkezetű homokos meszes dolomit és dolomitos mészkő a nagyobb karbonáttartalmú fedőjén szivárgó és áthaladó vízből származik. A vasas kiválás itteni nagyobb szerepe is ezt bizonyítja. A lefelé szivárgó karbonátos oldat a tőfenék homokját elsősorban a homokszemcsék közötti teret töltötte ki. Ennek eredménye, hogy a törmelékes anyag mennyisége itt a legnagyobb. Ugyancsak erre vezethető vissza az is, hogy a tör-



6. ábra. A Duna—Tisza közti karbonátok FOLK-féle szövettani elemeinek háromszögdiagramon való ábrázolása. I. Mikrit, II. Törmelékes szemcsék, kvarc, földpát, egyéb karbonátos szemcsék és bioklasztikumok, III. Pátit és mikropátit, póruskitöltő pátit és mikropátit, kitöltetlen pórus. 1—15. csíszolatszámok, a számok azonosak az I. táblázatban szereplő mintaszámokkal

Fig. 6. Triangular diagram showing FOLK's texture elements of carbonate from the Danube—Tisza Interfluve. Legend: I. Mikrite; II. Detrital grains, quartz, feldspar, other carbonate grains and bioclasts; III. Sparite and microsparite. 1—15. thin section numbers, the same as in Table I

melékes és a karbonátos anyag nem egyenletes eloszlású. A magasabb szintben jelentkező dolomit, a feloldódás, majd az oldat lefelé szivárgása közben bizonyos mértékig átalakult. A lefelé szivárgó víznek ugyan továbbra is nagy lehetett a magnézium tartalma, hiányzott azonban a koncentrált összszómmennyiség és így a keletkezett üledékben a dolomit mellett a mész is nagy szerepet játszik, ezért egyes foltok esetében már lehet dolomitos mészkőnek is nevezni.

A póruskitöltés egyébként itt is és a szelvény magasabb részén is minden esetben  $\text{CaCO}_3$  összetételű. Laboratóriumi vizsgálat során, amikor átlagmintát elemzünk, ezért van az, hogy a röntgendiffraktométeres és a derivatográfias görbék nem tisztán dolomitot mutatnak. A mintában ui. a vizsgálat előtt nem lehet előzetesen mechanikailag az elsődleges dolomikritet és a másodlagos póruskitöltő mikrokalcipátitot és calcipátitot elválasztani. Az elkülönítést csak a vékonycsiszolatok Na-alizarin szulfonátos festésével lehet megbízhatóan elvégezni.

Az elmondottak alapján nyilvánvaló az is, hogy ebben a rétegtagban a pórusok közül a szemcséközi pórusnak miért van nagyobb, a gáz pórusnak pedig kisebb szerepe.

A világosszürke kemény dolomit (b rétegtag) már önálló földtani képződmény. A tóvizből kiváló dolomikrit mellett a törmelékes szemcsék extraklasztokként kerültek bele. A diagenetikus póruskitöltő mikrokalcipátitnak és calcipátitnak az előző rétegtagnál nagyobb a szerepe. Ezért nem mutatnak a röntgendiffraktométeres és derivatográfias felvételek az előző rétegtagéhoz képest alapvető különbséget, pedig itt a  $\text{CaCO}_3$ -nak lényegesen kisebb a jelentősége. Ezt egyébként az is bizonyítja, hogy az alapanyagban szép dolomit euhedronok kristálykák is megjelennek.

Két pórusfajta-ra kell a figyelmet felhívni. A zsugorodási pórus megjelenésére, amely ettől kezdve felfelé általános lesz, másrészt a kioldási pórusra,

amely a későbbi oldatok oldó hatására jött létre. Kialakulását valószínűleg a lefelé szivárgó víz okozhatja, amely az *a* rétegragot is létrehozta. Érdekesekek a rétegragban előforduló geopetális szerkezetet mutató csigahéjon belüli pórusok.

A zsugorodási pórusok falával párhuzamosan jelentkező vasas kiválások az évszázak közötti hidrometeorológiai, esetleg növényzetbeli különbségekre hívják fel a figyelmet. Az *a* rétegrag gyakori vasfoltjainak anyaga ezek feloldódásából származhat.

A *c* rétegrag, vagyis a pecsmeg lerakódása idején az addigiakhoz képest hirtelen változás következett be. Ezt a *b* és *c* rétegrag közötti jól kifejlődött réteglap is jelzi. A pecsmegben legnagyobb a mikrit-mátrix és legkisebb a törmelék szemcsék aránya. Ez az egyik oka annak, hogy a pórusok és különösen a makroszkópos nagyságú pórusok igen nagy aránya mellett is ez a legkeményebb rétegrag, másik ok pedig a cementáció. A pecsmeg felső réteglapján számos száradási repedés van (MOLNÁR B., 1979). Ugyancsak gyakoriak a fosszilis zsugorodási berogyások. Hasonló jelenség a ma kiszáradó tőfenéken, a laza karbonátiszapon figyelhető meg (MOLNÁR B.—KOPECZKY A., 1979). Makroszkópos nagyságban a zsugorodási és a gáz pórusok száma jelentős.

Mindez azt jelenti, hogy a pecsmeg nagyon gyorsan halmozódott fel. A tavak pedig közben gyakran kiszáradtak. A tavak életében valószínűleg ez az időszak a legszélsőségesebb klimatikus viszonyok időszaka. Ezt a már meglévő zsugorodási, vagyis a gyors kiszáradás utáni kialakult pórusokba benyomuló még folyós karbonátiszap is bizonyítja.

Újabb alapvető változás következik be a pecsmegre települő laza karbonátiszap (*d* rétegrag) lerakódása idején. Mint láttuk ebben a tagozatban legnagyobb a pórusok aránya, amelyek ráadásul egyáltalában nincsenek kitöltve. Ezért van az, hogy a röntgendiffraktométeres és a derivatográfiás felvételek itt csak az alapanyag jellegzetes dolomit összetételét mutatják, a kalcit pedig alárendeltebb szerepű.

Amíg az *a*–*b* rétegragban a póruskitöltés során az alapanyag is jól cementálódott és az egész kőzet megkeményedett, itt éppen a póruskitöltő cementációval együttjáró kőzetátvitás hiánya miatt maradt laza. Az *a*–*b* rétegragban a közettéválás tehát előbbre tart. Ezekben a tagozatokban a diagenézis, a karbonátiszapban pedig főleg a litifikációs folyamatot lehet megfigyelni. A karbonátiszapban eddig csak a kiszáradás és zsugorodás, valamint a tömörödés játszódott le.

Ezt a fokozatos közettéválást mutatja az is, hogy a *Charales* rhizoida itt pl. még nem bomlott el, és gyakori, a mélyebb tagozatokban pedig nagyon ritka. A gázpórusok alakjának a változása is ezt a folyamatot bizonyítja. A tavak kiszáradásakor, amikor a karbonátiszap még nedves, többé kevésbé izometrikusak, később a kiszáradással párhuzamosan, ahogyan a karbonátiszap tömörödik, úgy válnak szabálytalan alakúakká. A Duna–Tisza közti szikes tavak fenékszajpját megbolygatva egyébként buborék kíséretében ma is nagy mennyiségű gáz szabadul fel. A zsugorodási pórusok szintén még ebben a laza állapotban alakulnak ki és formálódnak.

A Duna–Tisza közti karbonátok pórusai a Choquette–Pray-féle genetikai osztályozás szerint az ún. eogenetikuss övben létrejövő és a zsugorodási pórusok kivételével szövettől függő pórusokhoz tartoznak. A zsugorodási pórus a szövettől függő és független is lehet.

Az eogenetikuss öv pórusaira jellemző, hogy azokat a felszínről, vagy a felszín közeléből kiinduló folyamatok hozzák létre. Méretük szerint a pórusok a

mikro-, 0,065 mm, a mezo-, 0,065–4,0 mm és nagyon ritkán a megapórus csoporton belül, a 4,0–32,0 mm méretű pórusok közé sorolhatók (CHOQUETTE, Ph. W. — PRAY, L. C., 1967).

FAIRBRIDGE, R. W. (1967) diagenetikus beosztása szerint a Duna–Tisza közti *dolomitiszapok* tehát *szindiagenetikus* folyamatokat mutatnak. Ebben a szakaszban BATHURST, R. G. C. (1970) szerint is a dolomitiszapból nagy mennyiségű szemcsék közti változatos kötéserosséggel jelenlevő víz távozik, ez okozza az üledék tömörödését, zsugorodását és a pórusok közül, főleg a gázpórusok alakváltozását.

A *dolomitok* az *anadigenézis* kezdő fázisában vannak. Fő tényező litifikációjuk befejeződése. Az üledék folyadéktartalma erősen migrál, ennek eredménye, hogy a korábbi karbonátiszap átítatódik, majd megkeményedik, megindul a póruskitöltődés is. Az utóbbi, mint arra korábban rámutattunk, a pórusvíz eredeti tóvíztől eltérő, vagyis kisebb  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$ -aránya és kevesebb magnéziumtartalma miatt, lassúbb kristályosodás eredményeként az alapanyag dolomikritjével szemben mikrokalcipátitból, vagy calcipátitból áll (FOLK, R. L. — LAND, L. S., 1975). A pórusvíz tóvízzel szembeni kisebb  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$ -arányát és kevesebb magnéziumtartalmát a koradiagenetikus dolomitképződés során felhasználódott  $Mg^{2+}$  okozhatja. A magnézium a pórusvízben a korábinál ugyan kisebb mennyiségben, de továbbra is jelen van. Ezt a pórusok falán, a pórusfalra merőlegesen kiváló és a *c-tengely irányában megnyúló* fibrozus calcitkristályok bizonyítják (MOLNÁR B. 1979).

CHILINGAR, G. V. et al. (1967)-féle diagenetikus fizikai folyamatok közül itt a kiszáradás, a zsugorodás, a fizikokémiai folyamatok közül pedig a cementáció játszódik le.

A FÜCHTBAUER — MILLIMAN — FOLK-féle diagenetikus folyamatok közül az építő allokémiás diagenézis játsza a fő szerepet. Ez okozza az elsődleges nagy magnéziumtartalmú calcit koradiagenetikus úton történő dolomittá alakulását (MÜLLER, G. — IRJON, G. — FÖRSTER, U., 1972; FÜCHTBAUER, H., 1974; MILLIMAN, J. D., 1974; FOLK, R. L., 1974; MOLNÁR B., 1979).

A Duna–Tisza közti karbonátok diagenetikus és litifikációs folyamatai sokmindenben hasonlítanak a nyugat-ausztráliai Shark Bay, vagy a dél-ausztráliai Coorong Laguna hasonló képződményeinek folyamataihoz (LOGAN, B. W. — CEBULSKI, D. E., 1970; LOGAN, B. W., 1974; LOGAN, B. W. et al., 1974; ALDERMAN, A. R. — SKINNER, H. C. W., 1957; SKINNER, H. C. W., 1960, 1963; SKINNER, H. C. W. — SKINNER, B. J. — RUBIN, M., 1963; Von der BORCH, C., 1965). De ugyancsak sok párhuzam vonható a Perzsa-öböl és a Bahama-szigetek karbonátképződményeivel is (PRUDY, E. G., 1963; SHINN, E. A. — GINNSBURG, R. N., 1964; PURSER, B. H. szerk. 1973).

A jelenlegi vizsgálatok abból az elgondolásból kiindulva készültek, hogy a jelen kulcs a földtörténeti múlthoz. A további cél pedig az egyes rétegtagok  $C^{12}/C^{13}$  stabilizotópjainak meghatározása után, az egyéb területek karbonátképződményeinek hasonló feldolgozása és az eredmények gyakorlati felhasználása.



## Táblamagyarázat — Explanation of Plates

## I. tábla — Plate I.

Mikroszkópos és scanning-elektronmikroszkópos felvételek a Duna—Tisza közti hipersalin tavi vasas kiválásokat tartalmazó lazább szerkezetű homokos meszes dolomitól és dolomitos mészkőről (*a* rétegtag, 1–5.), valamint a világosszürke kemény dolomitól (*b* rétegtag, 6.) (A táblázatok felvételei a „rétegzésre” merőleges csiszolatokról és készítményekről készültek.)

Microscope images and scanning-electron micrographs of sandy calcareous dolomites and dolomitic limestones of hypersaline lacustrine origin with ferruginous segregations from the Danube—Tisza Interfluve (member *a*, 1–5) and of light grey hard dolomites (member *b*, image 6) (The images shown on the plate were made from polished sections and slides perpendicular to „stratification.”)

1. Kömpöc-E 82—102 cm. Dolomikrit alpanyagban kvarcsezemcsék közötti növényi eredetű pórus, kalcipátittal részben már kitöltve. 1 N 50 ×

Kömpöc-N, 82—102 cm. Void of vegetal origin in the interspace of quartz grains sitting in a dolomieritic matrix, partly filled with calcispatite. 1 N 50 ×

2. Ugyanonnan: Vasfolt, amelyben a törmelékes szemcsék aránya kisebb, mint a környéken. 1 N 10 ×

The same locality. Iron patch, in which the ratio of detrital grains is smaller than in the neighbourhood. 1 N 10 ×

3. Ugyanonnan: Tört felületen, balra póruskitöltő fibrózus kalcit, középen az alpanyag (mátrix), jobbra pedig egy kvarcsezemcsérészlet scanning-elektronmikroszkópos képe. 1000 ×

The same locality. SEM of fibrous calcite filling voids (left), the matrix (centre) and part of a quartz grain (right), on a broken surface. 1000 ×

4. Ugyanonnan: Maratott felületen, törmelékes szemcsék közötti pátit, illetve fibrózus kalcit póruskitöltés scanning-elektronmikroszkópos képe. 540 ×

The same Locality. SEM of spatite or fibrous calcite filling interparticle voids, on an etched surface. 540 ×

5. Ugyanonnan: Tört felületen xenomorf (anhedrális) kristályokból álló kalcimikrit alpanyag scanning-elektronmikroszkópos képe. 6000 ×

The same locality. SEM of a calcimieritic matrix consisting of anhedronal crystals, on a broken surface. 6000 ×

6. Csólyospálos-D. A világosszürke kemény dolomitpad aljának szöveti képe. Dolomikrit alpanyagban részben kitöltött növényi eredetű pórusok keresztmetszete és csigahéjtöredékek. 1 N 10 ×

Csólyospálos-D. Texture of the base of a light grey hard dolomite bed. Cross-sections of vegetal voids, partly filled, in a dolomieritic matrix and fragments of gastropod shells. 1 N 10 ×

## II. tábla — Plate II.

Mikroszkópos és scanning-elektronmikroszkópos felvételek a Duna—Tisza közti hipersalin tavi világosszürke kemény dolomitól (*b* rétegtag)

Microscope images and scanning electron micrographs of hypersaline lacustrine and hard dolomit of light grey colour from the Danube—Tisza Interfluve (member *b*)

1. Kömpöc-É 60—82 cm. Dolomikrit alpanyagban részben kitöltött növényi eredetű pórus és törmelékes kvarcsezemcsék. 1 N 100 ×

Kömpöc-N. 60—82 cm. Partly filled vegetal void and detrital quartz grains in a dolomieritic matrix. 1 N 100 ×

2. Ugyanonnan: Kitöltetlen és kisebb teljesen kitöltött növényi eredetű pórusok, valamint geopetális szerkezetet mutató csigahéj átmetszet. 1 N 20 ×

The same locality. Voids of vegetal origin, unfilled and partly completely filled as well as a gastropod shell cross-section showing a geopetal structure. 1 N 20×

3. Kömpöc-É 45–60 cm. Részben növényi és zsugorodási (középen vízszintesen elhelyezkedő) eredetű pórusok. A zsugorodási pórusok falával párhuzamosan vasas felidúsulás jelentkezik. 1 N 20×

Kömpöc-N. 45–60 cm. Voids due partly to plant remains, partly to shrinkage (lying horizontally at the centre). Parallel to the wall of the shrinkage voids there is a ferruginous enrichment. 1 N 20×

4. Csölyospálos-D. A dolomitpad felső része (c minta). Törmelékes szemcsék közötti, eredetileg mikrittel ki nem töltött, ún. részecske, vagy szemcséközi pórus, amelynek a falán utólag fibrózus kalcitkitöltődés kezdődött el. A kisebb pórusok mikropátákkal és pátákkal már teljesen kitöltöttek. 1 N 100×

Csölyospálos-D. The upper part of the dolomite-bed (sample c). It is a so called interparticle or intergranular pore having originally no micrite infilling in the inter-grain space. On the wall of his pore a subsequent fibrous calcite precipitation was started, while the smaller pores had already been completely filled by microsparite and sparite. 1 N 100×

5. Csölyospálos-D. A dolomitpad alsó része (a minta). Dolomikrit alanyanyagban kitöltési (?) pórus, utólag mikropátákkal teljesen kitöltve. 1 N 100×

Csölyospálos-D. The lower part of the sample (sample a). An solution pore of dolomierite matrix filled completely with microsparite can be observed. 1 N 100×

6. Csölyospálos-D. A dolomitpad alja (b minta). Tört felületen az alanyanyag anhedrális kristályokból álló scanning-elektronmikroszkópos szöveti képe. 1000×

Csölyospálos-S. Base of the dolomite bed (sample b). SEM of a matrix consisting of anhedrál crystals, on a broken surface. 1000×

### III. tábla — Plate III.

Mikroszkópos és scanning-elektronmikroszkópos felvételek a Duna–Tisza közti hiperszalini tavi világosszürke dolomitból (b rétegtag, 1–2.) és a sötétszürke dolomitból, az ún. pecsmegről (c rétegtag, 3–6.)

Microscope images and scanning electron micrographs of hypersaline lacustrine dolomite (member b images 1–2) and dark grey dolomite (member c, images 3–6) from the Danube–Tisza Interfluvium

1. Csölyospálos-D. Csiszolt felületen különböző méretű pórusok scanning-elektronmikroszkópos képe. 200×

Csölyospálos-S. SEM of voids of different size on a polished surface. 200×

2. Ugyanonnan: Az 1. képen középen látható pórus nagyobb nagyítású scanning-elektronmikroszkópos képe. 720×

The same locality. SEM of greater magnification of the void from the centre of image 1. 720×

3. Kömpöc-É 55–60 cm. Teljesen kitöltött (felül) és kitöltetlen (alul) zsugorodási pórusok. 1 N 20×

Kömpöc-N. 55–60 cm. Shrinkage voids completely filled (top) and unfilled (bottom). 1 N 20×

4. Ugyanonnan: Alul fibrózus kalcittal részben már kitöltött csigahéjtól „védett” ún. ernyő pórusok. Felül ugyancsak részben kitöltött zsugorodási pórusok. 1 N 100×

The same locality. Bottom: so-called shelters, „protected” by a gastropod shell, partly filled with fibrous calcite. Top: shrinkage voids, again partly filled. 1 N 100×

5. Ugyanonnan: Átkristályosodott *Charales* oospóra keresztmetszete. 1 N 100×

The same locality. Cross-section of recrystallized oospore of *Charales*. 1 N 100×

6. Csölyospálos-D. Gázpórusok, a pórusfalakon a kitöltődés kezdeti szakaszának fibrózus kalcitgenerációjával. 1 N 100×

Csölyospálos-S. Gas pores, with the fibrous calcite generation representing the initial stage of filling on the pore walls. 1 N 100×

## IV. tábla — Plate IV.

Mikroszkópos és scanning-elektronmikroszkópos felvételek a Duna—Tisza közti hipersalin tavi sötétszürke kemény dolomitról, az ún. pecsmegről (c rétegről) 1) és a világosszürke dolomit iszapról (d rétegről) 2—6.)

Microscope images and scanning electron micrographs of hypersaline, lacustrine, hard dolomite of dark grey colour (member c, image 1) and light grey dolomite-chalk (member d, images 2—6).

1. Kömpöc-É. Finoman rétegzett kemény dolomit szövete képe. A dolomit alapanyagban a rétegzésre merőlegesen különböző kitöltődést mutató vízszintes irányú zsugorodási (Zs), kör alakú növényi (N) és szabálytalan alakú gáz (G) eredetű pórusokkal. Vízszintes irányban beágyazott csigahéj (Cs) és *Charales* oospóra (O) keresztmetszetekkel. 1 N 9×

Kömpöc-N. Texture image of finely stratified dolomite, with horizontal shrinkage voids (Zs), circular vegetal voids (N) and irregular gas voids (G) filled to different extent and sitting perpendicularly to stratification in a dolomitic matrix, and with horizontally embedded gastropod shells (Cs) and *Charales* oospore (O) cross-sections. 1 N 9×

2. Ugyanonnan: Maratott felületen subhedrális kristályokból álló dolomit alapanyag scanning-elektronmikroszkópos képe. 6000×

The same locality. SEM of a dolomitic matrix consisting of subhedral crystals, on an etched surface. 6000×

3. Ugyanonnan: Tört felületen póruskitöltő druzás kalcit scanning-elektronmikroszkópos képe. 360×

The same locality. SEM of a pore-filling drusy calcite, on a broken surface. 360×

4. Ugyanonnan: Maratott felületen druzás kalcittal kitöltött zsugorodási pórus scanning-elektronmikroszkópos képe. A póruskitöltés körül kvarcsejtek jelennek meg. 100×

The same locality. SEM of a shrinkage void filled with drusy calcite, on an etched surface. Quartz grains appear around the void-fill. 100×

## V. tábla — Plate V.

Mikroszkópos és scanning-elektronmikroszkópos felvételek a Duna—Tisza közti hipersalin tavi sötétszürke kemény dolomitól, pecsmegről (a c rétegről, 1.) és a világosszürke dolomit iszapról (d rétegről, 2—6.)

Microscope images and scanning electron micrographs of hypersaline, lacustrine, hard, dark grey dolomite (member c, image 1) and light grey dolomite-chalk (member d, images 2—6).

1. Kömpöc-E. Maratott felületen druzás kalcittal teljesen kitöltött (középen) és csak részben kitöltött (jobbra fent) pórusok scanning-elektronmikroszkópos képe. 100×

Kömpöc-N. SEM of voids completely (centre) or partly (bottom right) filled with drusy calcite, on an etched surface. 100×

2. Csölyospálos-É. 25—50 cm, legalsó 5 cm. Szabálytalan alakú, gáz eredetű pórusok, amelyek még a kezdeti kitöltésnek sem mutatják semmi nyomát sem. 1 N 20×

Csőlyospálos-N. 25—50 cm, lowermost 5 cm. Pores of gas origin, of irregular shape, without any manifestation of even the initial infilling. 1 N 20×

3. Csölyospálos-É. 25—50 cm, középső 5 cm. Nagy kitöltetlen növényi eredetű pórus. 1 N 20×

Csőlyospálos-N. 25—50 cm, middle 5 cm. Large, unfilled void of vegetal origin. 1 N 20×

4. Csölyospálos-É. 25—50 cm, felső 5 cm. Nagy szabálytalan alakú gáz eredetű pórusok. A pórusok falán a kitöltődés első lépéseként néhány helyen igen vékony mikrit bevonattal. 1 N 20×

Csolyospálos-N. 25—50 cm, upper 5 cm. Large gas voids of irregular shape. As the very first stage of infilling, there is, in some places, a very thin micrite crust of the void walls. 1 N 20×

5. Csolyospálos-D. Tört felületen növényi gyökerek, illetve rhizoidák által létrehozott pórussal scanning-elektronmikroszkópos képe. Az alapanyag euhedrális dolomitkristályokból áll. 6000×

Csolyospálos-S. SEM of the walls of voids due to plant roots or rhizoids, on a broken surface. The matrix consists of euhedral dolomite crystals. 6000×

6. Ugyanonnan: Tört felületen teljesen kitöltetlen növényi eredetű pórusok scanning-elektronmikroszkópos képe. 48×

The same locality. SEM of vegetal voids, completely unfilled, on a broken surface. 48×

## Irodalom — References

- ALDERMAN, A. R.—SKINNER, H. C. W. (1957): Dolomite Sedimentation in the Southeast of South Australia. *Am. Journ. Sci.* 255, pp. 561—567.
- ÁDAM L. (1978): A Tolnai-dombság tájféldrajza. *Földr. Ért.* 27. 3—4. pp. 313—355. Budapest
- ÁDAM L.—MAROSI S.—SZILÁRD J. (1959): A Mezőföld természeti földrajza. Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 361.
- BATHUST, R. G. C. (1970): Problems of Lithification in Carbonate Rocks. *Proc. Geol. Ass.* 81. 3. pp. 429—440.
- BATHUST, R. G. C. (1971): Carbonate Sediments and Their Diagenesis. *Dev. Sediments* 12. Elsevier, Amsterdam, p. 620.
- BERG, L. G. (1943): Influence of Salt on Dissociation of Dolomite. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR.* 38. pp. 24—27. Moszka
- BORCH, C. VON DER (1965): The Distribution and Preliminary Geochemistry of Modern Carbonate Sediments of the Coorong Area, South Australia. *Geochim. Cosmochim. Acta* 29. pp. 781—799.
- BRICKER, O. P. (ed.) (1971): Carbonate Cements. *John Hopkins Univ. Stud. Geol.* 19, Baltimore, London, John Hopkins, p. 376.
- CHILINGAR, G. V.—BISEL, H. J.—WOLF, K. H. (1967): Diagenesis of Carbonate Rocks. In: LARSEN, G.—CHILINGAR, G. V. (1967): *Diagenesis in Sediments*, pp. 179—332. Amsterdam
- CHOQUETTE, PH. W.—PRAY, L. C. (1970): Geologic Nomenclature and Classification of Porosity in Sedimentary Carbonates. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.* 54. pp. 207—259.
- DUNHAM, R. J. (1962): Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. In: HAM, W. E. (ed.): *Classification of Carbonate Rocks*, *Am. Ass. Petr. Geol. Mem.* 1. pp. 108—121.
- FAIRBRIDGE, W. R. (1967): Phases of Diagenesis and Authigenesis. In: LARSEN, G.—CHILINGAR, G. V. (1967): *Diagenesis in Sediments*, pp. 19—90. Amsterdam
- FISCHER, A. G. (1964): The Lofers Cyclothem of the Alpine Triassic. Symposium on Cyclic Sedimentation. *Kansas Geol. Surv. Bull.* 169. 1. pp. 107—149. Lawrence.
- FORGÓ L.—MOLDVAY L.—STEFANOVITS P.—WEIN GY. (1966): Magyarország Magyarország 200 000-es földtani térkép-sorozatához L—34 XIII. Pécs. MÁFI, Budapest, p. 196.
- FRIEDMAN, G. M. (1964): Early Diagenesis and Lithification in Carbonate Sediments. *Journ. Sed. Petr.* 34. 4. pp. 777—813. Tulsa.
- FRIEDMAN, G. M. (1975): The Making and Unmaking of Limestones or the Down and Ups of Porosity. *Journ. Sed. Petr.* 45. pp. 379—398. Tulsa
- FOLK, R. L. (1959): Practical Petrographic Classification of Limestones. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.* 43. 1. pp. 1—38.
- FOLK, R. L. (1959): Petrology of Sedimentary Rocks. *Hemphill's Austin*, p. 154. Texas
- FOLK, R. L. (1965): Some Aspects of Recrystallization in Ancient Limestones. In *Dolomitization and Limestone Diagenesis*, Symposium. (ed): PRAY, L. C. and MURRAY, R. C. *Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner.*, 13. pp. 14—48. Tulsa
- FOLK, R. L. (1974): The Natural History of Recrystalline Calcium Carbonate: Effect of Magnesium Content and Salinity. *Journ. Sed. Petr.* 44. 1. pp. 40—53. Tulsa
- FOLK, R. L.—LANK, L. S. (1975): Mg/Ca Ratio and Salinity: Two Controls over Crystallization of Dolomite. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.* 59. 1. pp. 60—68.
- FÖLDVÁRI M. (1974): A karbonátok termikus és infravörös vizsgálata. A karbonátos kőzetek képződése, vizsgálata és gazdasági jelentősége. A Magyarhoni Földtani Társulat Ifj. Biz. 1974. ápr. 8—12. között Veszprémben szervezett tanfolyamának előadásai. pp. 259—275. Budapest
- FÖLDVÁRI M. (1958): A differenciális termikus elemzés szerepe az ásványtanban és a földtani nyersanyagkutatásban. *Műszaki Könyvkiadó*, p. 90. Budapest
- FUCHTBAUER, H. (1974): Sediments and Sedimentary Rocks I. In: ENGELHARDT, W. V.—FUCHTBAUER, H.—MÜLLER, G.: *Sedimentary Petrology, Part 2*, p. 464. Stuttgart Schweizerbart Verlag
- FUCHTBAUER, H.—GOLDSCHMIDT, H. (1965): Beziehungen zwischen Calciumgehalt und Bildungsbedingungen der Dolomite. *Geol. Rundschau*, 55. pp. 29—40. Stuttgart.
- LOGAN, B. W. (1974): Inventory of Diagenesis in Holocene-Recent Karbonate Sediments, Shark Bay, Western Australia. *Am. Ass. Petr. Geol. Mem.* 22. pp. 195—249.
- LOGAN, B. W. et al. (1974): Evolution and Diagenesis of Quaternary Carbonate Sequences, Shark Bay, Western Australia. *Publ. Am. Ass. Petr. Geol.* p. 358. Tulsa
- LOGAN, B. W.—CZUBUSKI, D. E. (1970): Sedimentary Environments of Shark Bay, Western Australia. In: *Carbonate Sedimentation and Environments, Shark Bay Western Australia*, *Am. Ass. Petr. Geol. Mem.* 13. pp. 1—37.
- MILLMAN, J. D. (1974): Marine Carbonates Recent Sedimentary Carbonates, Part 1. Springer Verlag, p. 375. Berlin, Heidelberg, New York
- MISK, M. (1972): Lithologische und fazielle Analyse der mittleren Trias der Kerngebirge der Westkarpaten. *Acta Geol.—Geograph. Univ. Comenianae*, *Geol.* 22. pp. 5—154. Bratislava
- MOLNAR B. (1980): Hiperszalin tavi dolomitképződés a Duna—Tisza közén. *Földt. Köz.* 110. 1. pp. 45—64
- MOLNAR B.—M. MURVAY I. (1975): Geohistorical Evolution and Dolomite Sedimentation of the Natron Lakes of Fülöpháza, Kiskunsági National Park, Hungary. *Acta Miner. Petr.*, Szeged. 22. 1. pp. 73—86. Szeged
- MOLNAR B.—M. MURVAY I. (1976): A Kiskunsági Nemzeti Park fülöpházi szikes tavainak kialakulása és földtani története. *Hidrl. Köz.* 56. 2. pp. 67—77. Budapest

- MOLNÁR B.—KOPECZKY A. (1979): Recens hipersalin nagyföldi tavi dolomitzelvények üledéktani vizsgálata. Acta Geol. Acad. Sci. Hung. (Nyomás alatt.)
- MOLNÁR B.—M. MURVAI I.—HEGYI-PARÓ J. (1976): Recent Lacustrine Dolomite Formation in the Great Hungarian Plain. Acta Geol. Acad. Sci. Hung. 20. 3—4. pp. 179—198. Budapest
- MŰCSI M. (1963) finomrétegtani vizsgálatok a kiskunsági édesvízi karbonátképződményeken. Földt. Közl. 93. 3. pp. 373—386. Budapest
- MÜLLER, G. (1969): Sedimentbildung im Plattensee (Ungarn). Naturwissenschaften 56. 12. pp. 606—615.
- MÜLLER, G. (1970): High-magnesian calcite and protodolomite in Lake Balaton (Hungary) sediments. Nature. 226. pp. 749—750.
- MÜLLER, G.—IRION, G.—FÖRSTER, U. (1972): Formation and Diagenesis of Inorganic Ca-Mg Carbonates in the Lacustrine Environment. Naturwissenschaften, 59. 4. pp. 158—164.
- MÜLLER, G.—WAGNER, F. (1973): Holocene Carbonate Evolution in Lake Balaton (Hungary): a Response to Climate and Impact of Man. In: Modern and Ancient Lake Sediments. Blackwell Sci. Publ. Oxford, London, Edinburgh, Melbourne. pp. 57—81.
- PRUDY, E. G. (1963): Recent Calcium Carbonate Facies of the Great Bahama Bank. Journ. Geol. 71. pp. 334—335., 472—497.
- PRUDY, E. G. (1968): Carbonate Diagenesis: an Environmental Survey. Geol. Romana. 7. pp. 183—228. Roma
- PURSER, B. H. (ed.) (1973): The Persian Gulf: Holocene Carbonate Sedimentation and Diagenesis in a Shallow Epicontinental Sea. Springer Verlag. p. 741. New York
- SHINN, E. A.—GINSBURG, R. N. (1964): Formation of Recent Dolomite in Florida and the Bahamas (abs.) Bull. Am. Ass. Petr. Geol. 48. p. 547.
- SKINNER, H. C. W. (1960): Formation of Modern Dolomite Sediments in South Australia. Lagoons. Bull. Geol. Soc. Am. 71. p. 1976. (abs.)
- SKINNER, H. C. W. (1963): Precipitation of Calcium Dolomites and Magnesian Calcites in the Southeast of South Australia. Am. Journ. Sci. 261. pp. 449—457.
- SKINNER, H. C. W.—SKINNER, B. J.—RUBIN, M. (1963): Age and Accumulation of Dolomite-bearing Carbonate Sediments in South Australia. Sci. 139. pp. 335—336.
- SZENDREI G. (1972): A kalcit és dolomit szerepe a talajokban és meghatározásuk módszerei. Agrokémia és Talajtan. 21. 2. éf. 254—271. Budapest
- SZENTES F. (1968): Magyararóz Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L-34. I. Tatabánya. MÁFI, Budapest. p. 158.
- SZŐÖR Gy.—IRAKONCAI J.—DÖVÉNYI Z. (1978): A szabadkgyósi pusztai talajainak vizsgálata derivatográfias és infravörös spektroszkópiás módszerrel. Alföldi Tanulmányok 2. pp. 75—99. Békéscsaba

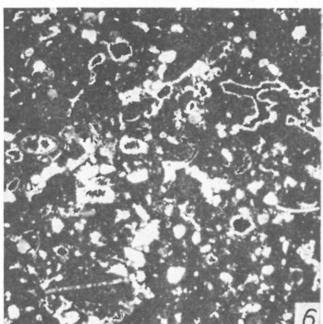
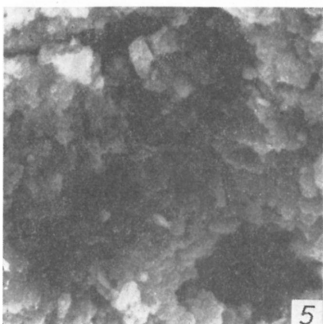
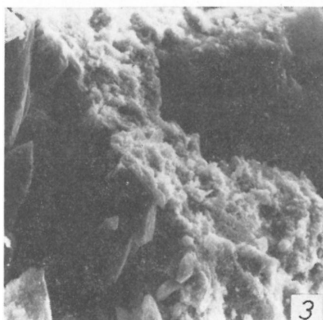
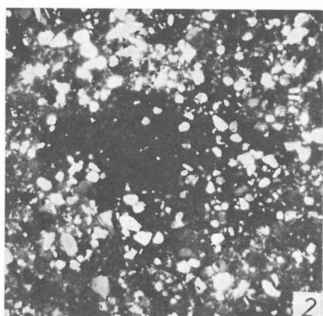
## Modern hypersaline dolomites in the Danube—Tisza Interfluve: diagenetic and lithification processes

*Dr. B. Molnár, Dr. M. Szónoky and Dr. S. Kovács*

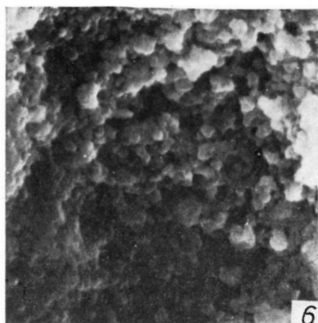
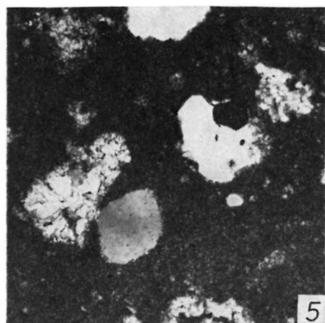
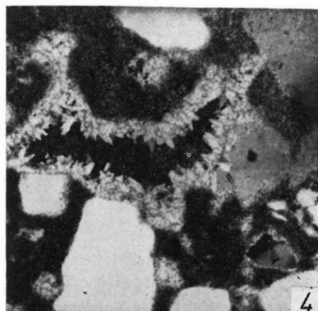
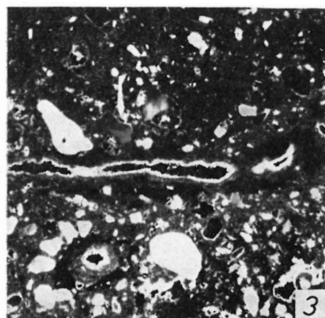
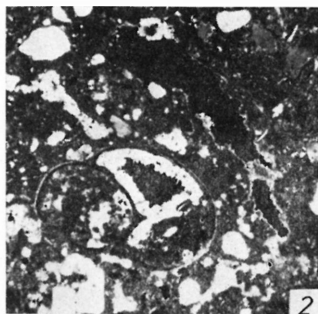
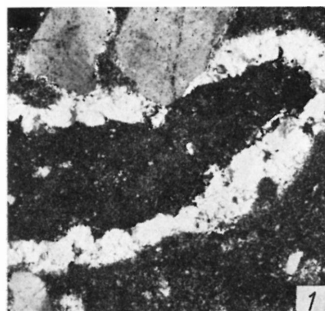
In terms of origin, composition, diagenesis and lithification, four members can be distinguished within the hypersaline lacustrine dolomite and dolomite-chalk sections of the Danube—Tisza Interfluve. The lower three members, i.e. the dolomites, are characterized by FAIRBRIDGE's anadiagenesis, the upper one, i.e. the dolomite-chalk, by syndiagenesis. In this latter lithification is a very important factor within the diagenetic process. Among the diagenetic physical processes described by CHILINGAR et al. it is desiccation and shrinkage, among the physico-chemical ones, it is cementation that plays the principal role.

The formation of voids, their shapes and infilling, the chemical and mineralogical composition of the material filling the voids and its crystal forms are also dependent on these processes and may vary accordingly. In terms of CHOQUETTE-PRAY's genetic classification, the voids belong to the group of voids formed in the cogenetic zone including fabric-selective or interparticle, solution-affected and shelter voids. Shrinkage voids also belong to this group, but they may be both fabric-selective or not. Additional types are represented by the gas voids and pores, in many cases of geopetal structure, within gastropod shells.

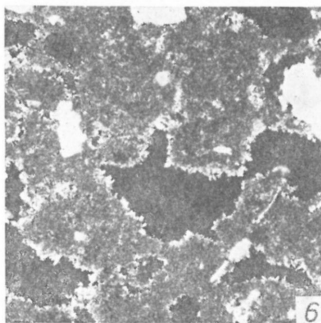
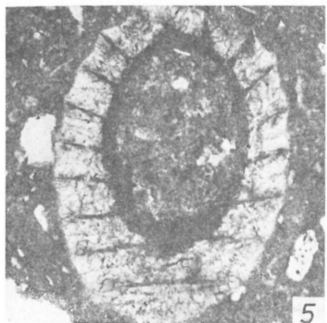
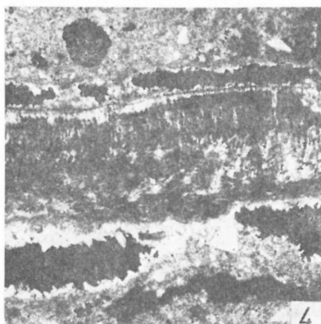
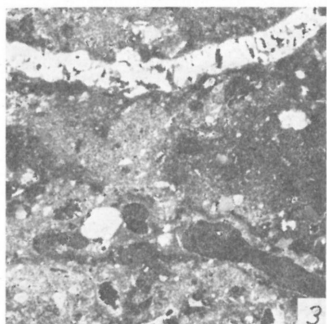
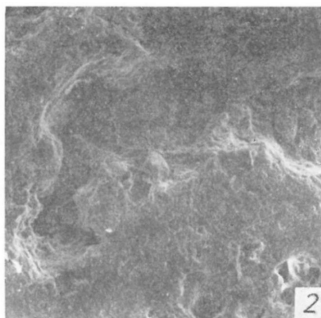
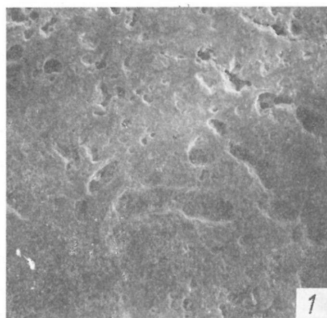
I. tábla — Plate I.



II. tábla — Plate II.

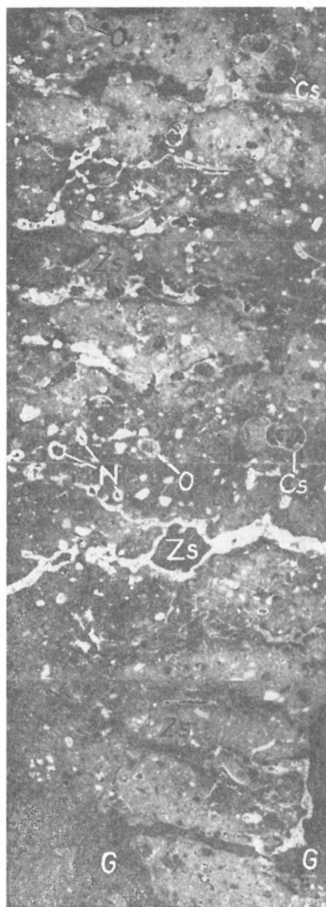


III. tábla — Plate III.

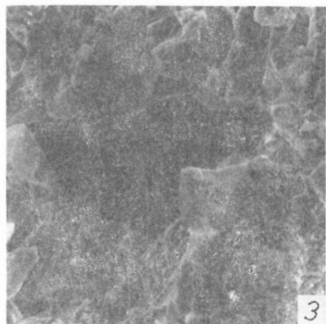
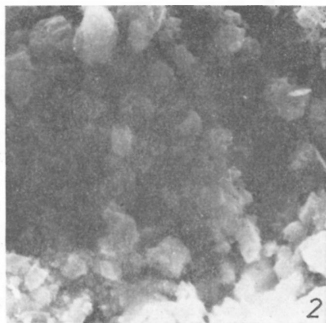




IV. tábla — Plate IV.



1



V. tábla — Plate V.

