

A BALATON-MEDER RECENS ÜLEDÉKEINEK TÉRKÉPEZÉSE

MÁTÉ FERENC

MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézete, Tihany, Fürdőtelep u. 55—56.
H-8237

ETO: 551.3.051(285:439 Balaton)

T á r g y s z a v a k : édesvízi üledékképződés, jelenkori, Balaton

A Balaton mederüledékének felső, mintegy 10 cm vastagságú rétegéből közel ötezer, geodéziailag bemért pontról gyűjtött minták laboratóriumi elemzésének adatai alapján térképsorozatot szerkesztettünk a szemcseszerkezet, a karbonáttartalom, a szervesszén-tartalom, a nitrogén és a könnyen oldható foszfor koncentrációjának térbeli eloszlásáról.

Az üledék összetétele a tó különböző pontjain nagy eltéréseket mutat. Ezeket megkíséreltük értelmezni a vízgyűjtőről érkező vízfolyások, a tó belső áramlásai és a tavi élővilág hatásainak figyelembevételével.

Néhány általános megállapítást tettünk a balatoni üledék jellegéről, a tavi üledékekre vonatkozó osztályozási és nevezéktani kategóriákkal való összevetéssel.

Bevezetés

A tavak üledékének általában, a sekély tavak üledékének pedig különlegesen nagy szerepe van azok anyagforgalmában, élővilágának életfeltételeiben, a tavi biogeokémiai folyamatokban. Nem kíván ez külön bizonyítást a Balaton esetében sem, ahol a tó mintegy 2 km³ víztömege közel 600 km² felületen érintkezik az üledékfelszínnel. Az üledék—víztest kölcsönhatás intenzitását fokozza, hogy már közepes erősségű szelek is fenéig felkavarják az átlagosan 3,36 m-es vízoszlopot, amelybe az üledék legfelső rétege ilyenkor visszaszuszpendál. Napjainkban a Balaton meder-anyagának jelentősége egyre nyilvánvalóbbá válik, minthogy a víz minőségének fokozódó, civilizációs eredetű romlását előidéző anyagok egy része az üledékben rögzül, lassítva a romlás folyamatát. A káros anyagok azonban az üledékben halmozódva, idővel a vízminőség-romlás belső forrását képezhetik a reverzibilis módon fixált hányadnak a vízbe való visszajutása révén.

A mederüledék vizsgálatának jelentőségét a hazai tudomány korán felismerte. A Magyar Földrajzi Társaság keretében LÓCZY LAJOS által szervezett Balaton Bizottság felkarolta a tó sokoldalú kutatását és az 1896—1918 közötti bő két évtized alatt 32 kötetben publikálta „A Balaton tudományos kutatásának eredményei”-t. Maga LÓCZY (1913) a tó és környéke geológiai viszonyainak nagy részletességű leírásával, ERNSZT K. (1913) a mederüledék kémiai, TREITZ P. (1913) mechanikai, kőzettani, MELCZER G. (1913) pedig a homok-

frakció ásványtani jellemzésével járult hozzá a Balatonra vonatkozó tudományos ismeretekhez. Meg kell itt említeni a Földtani Intézet nevezett tudósainak úttörő kutatásai mellett CHOLNOKY JENŐ (1897) eredményeit a tó vízmozgásának első tudományos igényű vizsgálatáról, hiszen e mozgások az üledékképződés és térbeli eloszlás megértésénél nélkülözhetetlenek.

A húszas években a Balaton-kutatás önálló otthont kapott azáltal, hogy a Magyar Nemzeti Múzeum keretei között létrehozták a Balatoni Biológiai Állomást Révfülöpon. Ez hamarosan átköltözött Tihanyba, kibővült, és Magyar Biológiai Intézet néven a tóra vonatkozó kutatómunka tudományos központja lett. Az intézet évkönyvei a Balatonra és ezen belül az üledékre vonatkozó ismeretek gazdag forrásai. Az eredmények nagyszerű korai összefoglalása ENTZ GÉZA és SEBESTYÉN OLGA (1942) könyve, amelyben sok más új ismeret mellett az üledék képződésében szerepet játszó, ill. az üledékben élő szervezetek leírását is megtaláljuk. A tó vizének áramlási viszonyai ismertetésével az üledék szemeseösszetétel szerinti fracionálódásának általános magyarázatát is közlik.

Az ötvenes évektől kezdve a Balaton-kutatás újra fellendült. A Tihanyi Biológiai Kutatóintézet kutatói mellett a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet (VITUKI) nagy felkészültségű kutatógárdája emelte magas szintre a tó tudományos megismerését. Az üledékkutatás tekintetében a hatvanas évek eleje nyitott új korszakot. Ebben az időben a tó feltöltődésének problematikája került az érdeklődés előterébe. Több kutatóhely összefogásával a VITUKI gondozásában kaptak publicitást a kutatások eredményei (SZESZTAI 1961, 1966, ENTZ 1962, GYÖRKE 1975). Külön említést kíván ebben az összefogásban (ZÓLYOMI B. munkája (1969), aki továbbfejlesztette korábbi (1952), pollenstatisztikai vizsgálatokon nyugvó, nagy jelentőségű tótörténeti megállapításait.

A hetvenes évek elején a tudományos közéletben már széles körben ismertté váltak a vízminőség romlására utaló jelenségek. A Balaton környezetvédelme érdekében az MTA, majd az Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal szervezésével és irányításával létrejött széles körű és sokoldalú kutatási program (MÁTÉ 1979) keretében fellendültek a mederüledék vizsgálatok is. Az üledék élővilágában, a tavi anyagforgalomban, a vízminőség alakulásában játszott szerepére sok közlés látott napvilágot (DÉVAI et al. 1980, ENTZ et al. 1963, FÁBRY Gy. 1969, FRANKÓ—PONYI 1975, GELENCSÉR et al. 1982, OLÁH et al. 1977, SOMLYÓDY 1983, UHERKOVICH—LANTOS 1985), amelyeknek még vázlatos áttekintése is igen terjedelmes lenne.

A Balaton-kutatásban ebben az időszakban a Magyar Állami Földtani Intézetben is kiterjedt munkálatok folytak, amelyeknek összefoglaló ismertetése e kötet egy másik tanulmányában (CSERNY. T.) olvasható.

Megjegyzendő, hogy a nagyon vázlatosan áttekintett hazai tudományos előzmények mellett a balatoni üledékkutatásban nemzetközi eredményekre is támaszkodhatunk, mégpedig nemcsak a szedimentológia és limnológia általános eredményei tekintetében, hanem konkrétan a Balatonon végzett munkákra is. Ezek közül ki kell emelni MÜLLER, G. (1969, 1970, 1981, MÜLLER—WAGNER 1978) közleményeit, a Nemzetközi Alkalmazott Rendszerelemzési Intézettel (IIASA) kooperációban folytatott Balaton-programnak a témakörbe vágó munkáit (GELENCSÉR, et al. 1982, LIJKLEMA et al. 1983), továbbá az Uppsalai Egyetem Limnológiai Intézetével való együttműködés eredményeit (BOSTRÖM—PETTERSON 1982).

Az az üledéktérképezési munka, amely e beszámoló alapja, ugyancsak

ennek, a kérdések széles körét felölelő kutatási programnak egy szerény részlete. A fentiekből kitűnik, hogy e munka során igen tekintélyes előzményekre támaszkodhattunk, egyben azonban az alábbiakban azt is látni fogjuk, hogy az üledékre vonatkozó korábbi közlésekben fellelhető disszonanciák, sőt ellentmondások az üledék tulajdonságainak nagy térbeli változatosságában gyökereznek, és csak e változatos térbeli mintázat ismerete alapján oldhatók fel.

Módszerek

A térképezési munka indításánál az első eldöntendő kérdés a *méretarány* volt. A legnagyobb részletességre törekedtünk, és minthogy a partvonal és a partközeli szárazföldi területek vonatkozásában 1:10 000 méretarányú térképek álltak rendelkezésünkre, mi is ezt a méretarányt választottuk. Korábbi talajtérképezési tapasztalataink mérlegelésével úgy gondoltuk, hogy ehhez a méretarányhoz elegendő lesz négyzetkilométerenként mintegy tíz mintavételi hely. Minthogy az üledék a vártnál nagyobb térbeli homogenitást mutatott, végül is 7–10 minta/km² sűrűséggel dolgoztunk; a változatosabb partközeli területeken sűrűbben, az egységesebb tóközépi részekben ritkább mintavétellel. Az egyes üledéktulajdonságokat ábrázoló térképeket 1:10 000 méretarányban szerkesztettük, majd a kezelhetőbb 1:50 000 méretarányra transzformáltuk.

A *mintavételek helyének* bemérése a partról két teodolittal, 2–4 m-en belüli reprodukálhatósággal történt és a térképre előremetszéssel rögzítettük.

A *mintavétel eszköze* egy Ekman rendszerű készülék volt, amellyel az üledék felső, hozzávetőleg 1 dm vastagságú rétegéből emeltünk ki mintát. E mintavető nem alkalmas zavartalan szerkezetű minta vételére, de az adott célra erre nem is volt szükség. A térképezési munka eddig lezárult szakaszában csak erre a felső, „interaktív” rétegre szorítkoztunk abból a megfontolásból, hogy a vízminőség alakulásában, a tavi élővilág mennyiségének, összetételének, életfeltételeinek kialakulásában, feltételezhetően ez a réteg viszi a döntő szerepet. Azt is figyelembe vettük, hogy ez az az üledékréteg, amely — amellet, hogy a rendszeres felkeveredésben is részt vesz — az üledéklakó állatvilág tevékenysége következtében állandó keveredésben (bioturbáció) van, és ezért első közelítésben a vertikális inhomogenitás bennük nem számottevő. Itt jegyezzük meg, hogy néhány helyen, módosított Kajak rendszerű mintavető segítségével gyűjtöttünk 50–60 cm mélységig, bolygatatlan szerkezetű és rétegződésű üledék magmintákat is, és azokat 2–5 cm-es rétegenkénti vizsgálatnak vetettük alá. Azt tapasztaltuk, hogy a térképezéshez kiválasztott üledéktulajdonságokban vagy nincs lényeges változás az említett mélységig; vagy a változás jellegzetes tendenciát mutat, ami nem a szedimentáció feltételeinek megváltozásával, hanem az üledékben végbemenő folyamatok belső törvényszerűségeivel van kapcsolatban.

A térképen *ábrázolandó üledéktulajdonságok* kiválasztásánál kézenfekvő szempont volt, hogy csak a viszonylag állandónak tekinthető jellemzők vizsgálatának van értelme. Nagyon fontosak az üledéknek azon tulajdonságai is, amelyek szezonális vagy évjáratonkénti törvényszerű változásoknak vannak alávetve, ezekkel azonban egy ilyen térképezés során nem foglalkozhatunk. Az állandónak tekinthető üledéktulajdonságok térbeli elrendeződését, majd az egyes tulajdonságok jellegzetes kombinációinak térbeli mintázatát is megismerve és kiegészítve az üledék belső dinamizmusára vonatkozó kutatások eredményeivel, nem reménytelen, hogy később jellegzetes üledéktípusokat fel-

tüntető térképeket is szerkeszthetünk, amelyek végül is az időben változó tulajdonságokra is adnak közvetett információt. E távoli cél eléréséhez azonban a viszonylag állandó üledékparaméterek megismerésén és térképezésén át vezet az út.

E közleményben a mederüledék szemcseszerkezetét, összes karbonát-tartalmát, szervesszén-tartalmát, összes nitrogéntartalmát és könnyen oldható foszfortartalmát ábrázoló térképeket ismertetjük. Arról, hogy ezek a tulajdonságok mennyire tekinthetők időben állandóknak, csak annyit tudunk jelenleg mondani, hogy a Keszthelyi-medence egy szakaszát négy év elteltével újra mintázva az adatok és azok szórásképe néhány relatív százalékon belül meg-egyezett a korábbival, pedig feltételezéseink szerint a Keszthelyi-medence eseten várható leginkább változás, hiszen itt a tó víztömegének kevesebb mint tizede fogadja a befolyó vizek, lebegőanyag és egyéb terhelés közel felét.

Nem kevés gondot okozott az elemzési módszerek megválasztása, hiszen közel ötezer üledékminta egységes módszer szerinti elemzéséhez költséges és nagy munkaigényű eljárások nem jöhettek számításba.

Az üledék *szemcsőösszetételének* jellemzésére annak higroszkópos nedvességét használtuk (50% páratelítettségű légtérben súlyállandóságig tartott minta nedvessége). Mivel a higroszkópos víztartalom arányos az üledék fajlagos felületével, a fajlagos felület pedig a szemcsemérettel, a módszer egyszerű, de csak közelítő értékű jellemzést ad. A szervesanyag-tartalom — annak nagy vízmegkötő képessége miatt — potenciális hibaforrás, azonban a Balaton meder-üledéke esetén az ebből származó hiba elhanyagolható, ugyanis az oxidatív viszonyok dominanciája miatt a vizsgált üledékben mindenütt alacsony a szervesanyag-tartalom. Kismértékű pozitív irányú torzítással csak a finomszemcsés üledékek esetén számolhatunk, mivel a szerves anyag valamelyes felhalmozódása csak ott lehetséges, ahol a finomszemcsés anyag számára is kedvező az ülepedés feltételei.

A *karbonáttartalmat* a savval felszabadított széndioxid térfogatának mérésével állapítottuk meg, és a térképen kalciumkarbonát százalékban kifejezve ábrázoltuk.

A *szervesszén-tartalom* meghatározására a savas közegben végzett bikromátos nedves oxidáció, és az oxidálószer fölöslegének visszamérésével történt, hasonlóan ahhoz, ahogyan a mezőgazdasági talajvizsgálatokban a talajok humusztartalmát mérik (a meghatározásokat egyébként a Zala, ill. a Fejér megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomások magas fokon automatizált és igen megbízhatóan dolgozó talajlaboratóriumai végezték). Ez az eljárás az ismert közvetett módszerek közül a legjobb egyezést adja az égéstermék mérésén alapuló abszolút módszerek adataival, amint azt mások tapasztalataival egybevágóan a debreceni KLTE Ökológiai Tanszékének (DÉVAI GY. et al. 1984) vizsgálatai is megállapították.

Az *összes nitrogéntartalom* meghatározása Kjeldahl-módszerrel, roncsolás után ammóniává redukálva és desztilláció után titrálva történt.

A *könnyen oldható foszfortartalom* meghatározása ugyancsak a talajvizsgálati gyakorlatban széles körben használatos módon, egy ammóniumlaktát—ecetsav pufferelegy segítségével készített kivonatból történt, molibdénkék színreakcióval. A módszernek a tömegvizsgálatra való alkalmassága mellett előnye, hogy hidrobiológiai és vízminőségi szempontból sokkal informatívabb, mint pl. az összes foszfortartalom adata, aminek megszerzése ráadásul sokkal költségesebb és munkaigényesebb is.

A térképek alapján levonható következtetések

A térképek általános áttekintéséből kitűnik, hogy az üledék vizsgált tulajdonságai igen széles határok között változhatnak. A szemcseszerkezet vonatkozásában találhatunk kifejezetten a homokfrakció dominanciájával jellemezhető előfordulásokat — mindenekelőtt a Zala torkolata előtt és a déli partot kísérő széles sávban — csakúgy, mint iszapos agyag, ill. agyag mechanikai összetételű üledéket. Ez utóbbiak főként az áramlási holtterek kedvező ülepedési feltételeinek körzetében találhatóak. Ezeken az általános tendenciákon kívül felismerhetők a szemcseeloszlás mintázatán a tavi áramlások frakcionáló hatásának, továbbá az egyes befolyók által szállított lebegő- és oldott anyag leülepedésének következményei is (1. ábra).

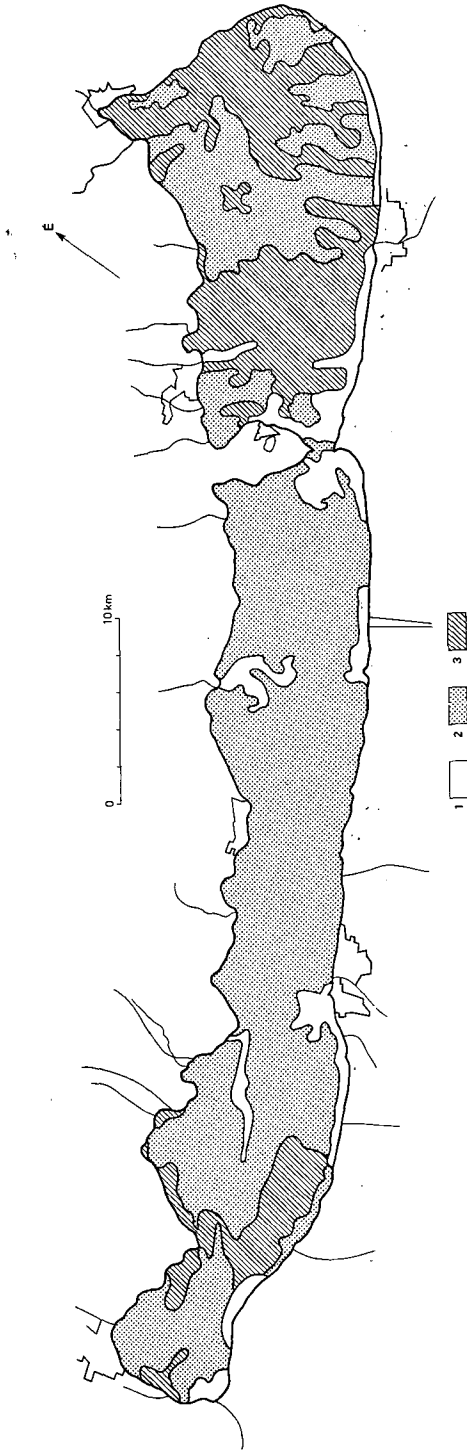
Igen nagy különbségek figyelhetők meg az üledék karbonáttartalmában is. A legkisebb értékeket, 12—15% CaCO_3 -nak megfelelő karbonáttartalmat a Zala-torok előtti mederrészen figyelhetünk meg, ugyanakkor más helyeken nem ritkák a 60—70% CaCO_3 -tartalommal jellemezhető, jelentős kiterjedésű területek. E tulajdonság vonatkozásában is megfigyelhető egy, a hossz tengelyvel párhuzamos övezetesség irányzata, ugyanakkor szembeötlő az északi vízgyűjtő karbonátos üledékes közetekről lefutó vízfolyások hatása, különösen a Szigligeti-, valamint a Szemesi-medence üledékében (2. ábra).

Míg a karbonáttartalom szélső értékei mintegy öt-hatszoros eltérést mutatnak, a szervesszén-tartalomban csak 2-3-szoros különbségek mutatkoznak. A déli partot szerves anyagban szegény, az északit viszonylagosan gazdagabb sáv kíséri. A tó keleti medencéjében ebben a tulajdonságban is felismerni vélünk egy, a hossz tengelyre merőleges eloszlást is, ugyanúgy, ahogyan ennek nyomai a már tárgyalt szemcseösszetétel-, ill. a karbonáttartalom esetén is többé-kevésbé kifejezésre jutnak (3. ábra).

Az összes nitrogéntartalom szélső értékei között mintegy 200—300%-os különbség adódik. A térbeli eloszlás sok tekintetben hasonlóságot mutat a szervesanyag-tartalommal, ami teljesen érthető, hiszen ennek az elemnek nagy része szerves kötésformában fordul elő az üledékben. Nagy nitrogéntartalmat találunk az északi part öblözeteiben, és feltűnő a Nyugati-övcatorna torkolata előtti, nagy kiterjedésű, nitrogénben dúsult folt (4. ábra).

A könnyen oldható foszfortartalom szélső értékei ugyancsak két-háromszoros különbséggel jellemezhetők. Szembeötlő a Zala, a Nyugati-övcatorna, a Búdös-árok torkolata előtti számottevő felhalmozódás. A tó hossz tengelye mentén határozott gradiens figyelhető meg a szóban forgó tulajdonságban, ami nagyon jól egybeesik a vízminőség térbeli változásával. A Balaton eutrofizációját — hasonlóan a legtöbb mérsékelt égövi tóhoz — a foszforterhelés mértéke limitálja. Az üledék könnyen oldható, biológiailag hozzáférhető foszforkoncentrációja megfelel a foszforterhelés térbeli eloszlásának és egyben tükrözi a trofitási szint, a vízminőség hossz tengely menti különbségeit (5. ábra).

A térképek és azok szerkesztésének alapjául szolgáló adatok további elemzése a fentiekben nagy vonalakban felvázolt eloszlási törvényszerűségeken kívül valószínűleg még sok más összefüggés felismerését fogja lehetővé tenni. A térképeken eddig felvázoltakon túlmenő további tulajdonságok meghatározása és térképi ábrázolása teljesebbé teheti a tó biogeokémiai anyagforgalmára vonatkozó képünket. Ezért a gyűjtött mintaanyagnak az eddigi laboratóriumi elemzések során fel nem használt részét megőrizzük, és újabb paraméterek meghatározásával, továbbá az egyes mederszakaszokra jellemző tulajdonság-

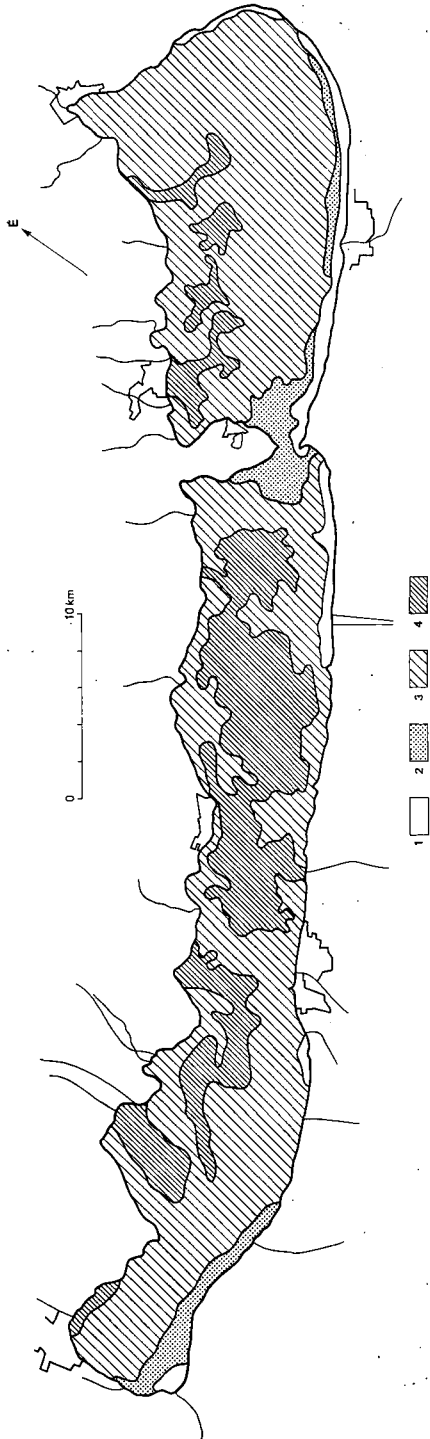


I. ábra. A Balaton mederülékének szemcseösszetétele

1. Homok, 2. homokos iszap, 3. agyagos iszap, agyag

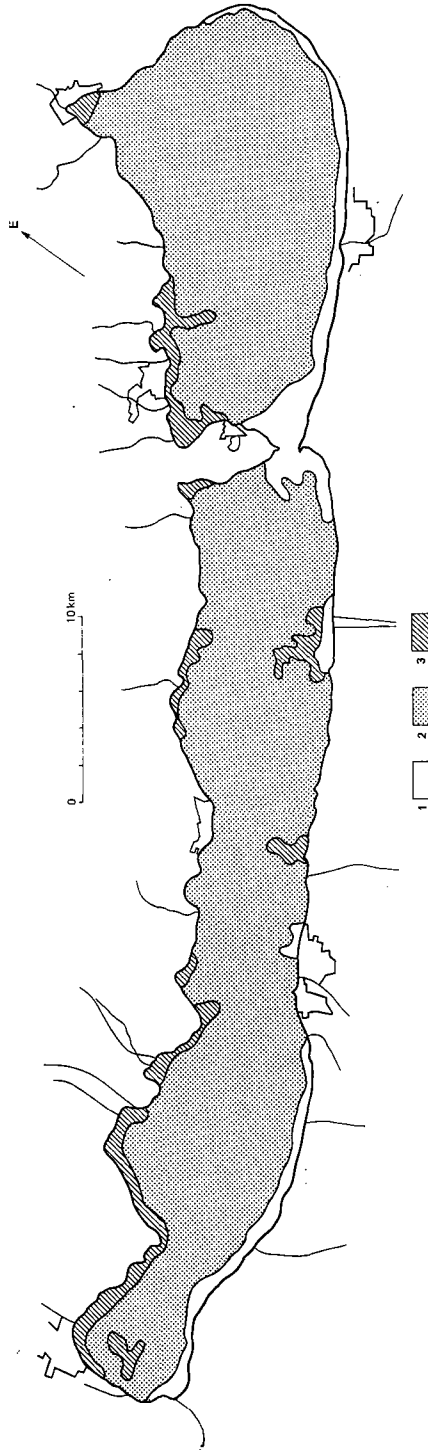
Fig. 1. Granulometric composition of Lake Balaton bottom sediments

1. Sand, 2. sandy silt, mud, 3. clayey mud and clay



2. ábra. A Balaton mederüledékének összes karbonáttartalma (%)
1. <20%, 2. 20—40%, 3. 40—60%, 4. >60%

Fig. 2. Total carbonate content of Lake Balaton bottom sediments (%)
1. <20%, 2. 20—40%, 3. 40—60%, 4. >60%

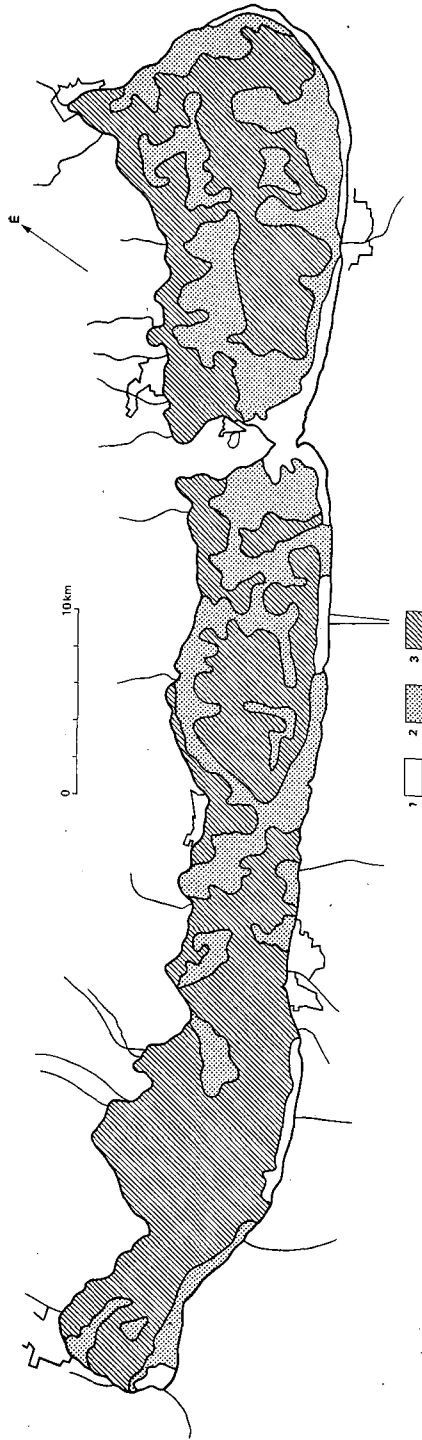


3. ábra. A Balaton mederüledékének szerveszén-tartalma (%)

1. <1,0, 2. 1—2,0, 3. >2,0

Fig. 3. Organic carbon content of Lake Balaton bottom sediments (%)

1. <1.0, 2. 1—2.0, 3. >2.0

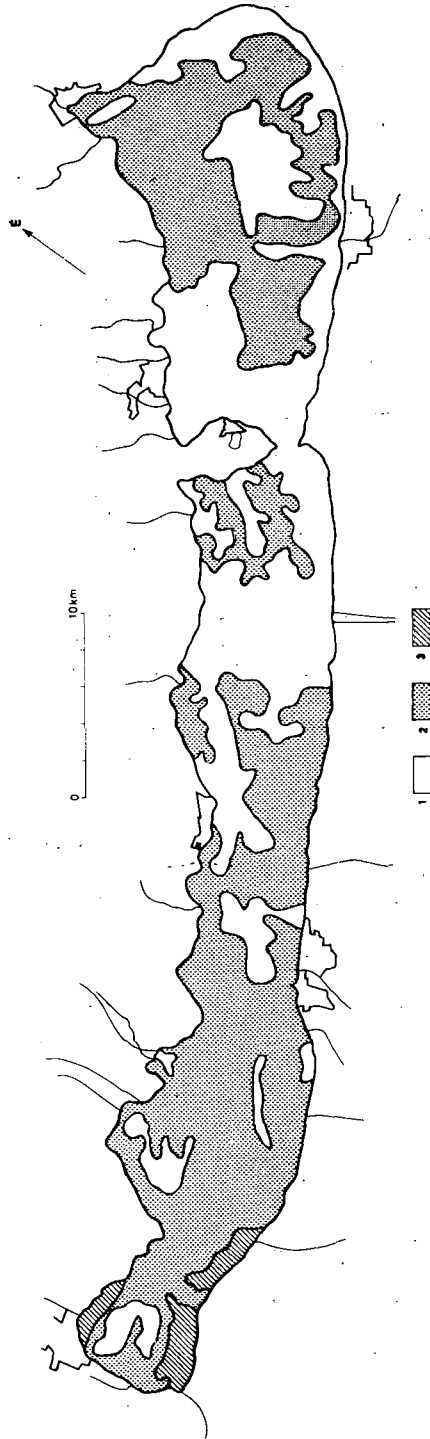


4. ábra. A Balaton mederüledékének könnyen oldható foszfor-tartalma (mg/kg)

1. <65, 2. 65—110, 3. >110

Fig. 4. Easily soluble phosphorus content of Lake Balaton bottom sediments (mg/kg)

1. <65, 2. 65—110, 3. >110



5. ábra. A Balaton mederüledékének összes nitrogén-tartalma (%)

1. <0,1 2. 0,1—0,2 3. >0,2

Fig. 5. Total nitrogen content of Lake Balaton bottom sediments (%)

1. <0,1, 2. 0,1—0,2, 3. >0,2

kombinációk felismerésével megkíséreljük eltérő üledéktípusok elhatárolását is.

A több ezer minta elemzése alapján, a térképekre támaszkodva az alábbiakban a Balaton üledékéről néhány további általános megállapítást teszünk.

Ami az üledék általános jellegét illeti: hidro-lito-biogén jellegűnek kell minősítenünk. A hidro-gén jelleget az adja, hogy tömegének nagyobb felét a tóba oldott formában szállított hidrokarbonátoknak karbonát formában, magában a tóban való kicsapódása képezi. Ezt az autochton képződést a szakirodalom biogén mészképződésnek nevezi. Kétségtelen, hogy a kicsapódást előidéző széndioxid parciális nyomáscsökkenésben az alacsonyabb és magasabbrendű vízi növényzet asszimilációs tevékenységének el nem hanyagolható hatása van, mégis nehéz megítélni e folyamatban a biotikus és abiotikus hatástényezők arányát. Mindenesetre ez a folyamat indokolttá teszi a biogén minősítést, amit az üledék kis szervesanyag-tartalma miatt egyébként aligha indokolhatnánk. Az üledék lito-gén jellegét a tóba lebegve szállított kőzet- és talajeredetű ásványi, ill. mikroásványi komponens hozzávetőleg 40–45%-os aránya indokolja.

Az üledék fizikai tulajdonságainak figyelembevételével mai ismereteink szerint nem-rétegzett jellegűnek minősíthetjük, mivel a különböző időben kiüledő anyag a reszuszpendálódás, a bioturbáció és a tavon belüli másodlagos átrendeződés következtében rendszeresen homogenizálódik az utolsó néhány száz, sőt -ezer esztendő üledéke. Konzisztencia tekintetében a homokos, tömör, konszolidált üledéktől a Balaton menti nép által „lutya” elnevezéssel illetett, igen laza, finomszemcsés üledékanyagig széles skála figyelhető meg. Korábban kimutattuk (MÁTÉ—TÓTH 1982), hogy ez az igen laza, kis szárazanyag-tartalmú üledék bizonyos mélységig fizikai szempontból valójában folyadékként viselkedik, és legalább annyira tartozik a víztesthez, mint a tulajdonképpeni üledékhez. Egy átmeneti képződmény, amelynek vastagsága néhány mm-től néhány dm-ig, esetleg m-ig terjedhet.

Szokták az üledéket oxikus, ill. anoxikus jellegűnek nevezni a változó oxidációs fokon előfordulható anyagok állapota alapján. E tekintetben a balatoni üledéket az oxikus kategóriába kell sorolnunk az oxidatív viszonyok dominanciája alapján. Megjegyzendő azonban, hogy ez a megkülönböztetés meg lehetőségen bizonytalan, mivel a redox folyamatok szezonális dinamikát mutatnak, másrészt az üledék felső, oxidatív állapotú rétegét az üledékfelszíntől 1–2 dm-re törvényszerűen egy redukzív zóna követi. Helyileg és időszakosan jellemző lehet az üledék felső rétegére is az anoxikus, sőt szélsőséges esetben az ún. szulfurikus jelleg, amiről egyes partközeli üledékekből — különösen tavasszal — a felszabaduló szabad kénhidrogén is árulkodik.

A tavak trofitás szintje valamilyen módon összefügg az üledék szerves szén/nitrogén arányával, továbbá a szilícium és a karbonátok arányával. Az alacsony szervesanyag-tartalom mellett mutatózó magas C/N arányt, ill. az üledék ásványi részében a Si/CaCO₃ magas voltát az oligotróf jelleggel hozzák összefüggésbe, míg a megfelelő alacsony C/N, ill. Si/CaCO₃ arányok magas trofitásra utalnak (HOKANSON—JANSSON 1983). Ilyen összefüggés a Balatonon nem érvényesült következetesen, ill. ilyen törvényszerűség feltárása a befolyásoló tényezők (az élővilág összetétele, a vízgyűjtő geológiai viszonyai stb.) megismerése útján még a jövő feladata.

IRODALOM — REFERENCES

- A Balaton feliszapolódásával kapcsolatos kutatások 1961—1962. VITUKI kiadv. 1963.
 A Balaton feliszapolódásával kapcsolatos kutatások 1963—64. VITUKI kiadv. 1966.
- BOSTRÖM B.—PETTERSON K. 1982: Comparative batch experiments on nitrification, denitrification and phosphorus release from Balaton sediments and Swedish lake sediments. — Uppsala.
- CHOLNOKY J. 1897: A Balaton limnológiája. — A Balaton Tud. Tan. Eredm. 1 (3).
- DÉVAI GY.—CZÉGÉNY I.—DÉVAI I.—HEIM CS.—MOLDOVÁN J.—PRECZNER Zs. 1984: Balatoni és zalai üledékek ökológiai hatásvizsgálata az árvaszűnyogok példáján. — Acta Biol. Debr. Oecol. Hung. 1: 1—184.
- ENTZ B. (1962): A Balaton feltöltődéséről. — Vízgazdálkodás. 2: 44—45.
- ENTZ B.—PONYI J.—TAMÁS G. 1963: Üledékvizsgálatok a Balaton legdélnyugatibb vízterületén, a Keszthelyi-öbölben 1962-ben. — Tihanyi Biol. Kut. Int. Évk. 30: 103—125.
- ENTZ G.—SEBESTYÉN O. 1942: A Balaton élete. — Magyar Term. Tud. Társ. kiadv. Budapest.
- ERNSZT K. 1913: A Balaton fenékiszapjának és altalajának kémiai alkata. — A Balaton Tud. Tan. Eredm. 1 (1) Függelék VII.
- FÁBRI GY. 1969: Tavi iszapok kémiai vizsgálata. — Hidr. Közl. 49: 458—464.
- FRANKÓ A.—PONYI J. 1973: A szén és nitrogén arányának változása a Balaton felső iszaprétegében. — Hidr. Közl. 53: 81—84.
- FRANKÓ A.—PONYI J. 1975: A szerves szén horizontális eloszlása a Balaton felső iszaprétegében. — Tihanyi Biol. Kut. Int. Évk. 42: 157—163.
- GELENCSÉR P.—SZILÁGYI F.—SOMLYÓDY L.—LIJKLEMA L. 1982: A study on the influence of sediment in the phosphorus cycle in Lake Balaton. — Collaborative Paper IIASA. Laxenburg.
- GYÖRKE O. 1975: A Balaton délnyugati részében előálló vízmozgások és hordalékvándorlás, különös tekintettel a Keszthelyi-öböl feliszapolódására. — VITUKI kiadv.
- HOKANSON L.—JANSSON M. 1983: Principles of lake sedimentology. — Springer Verlag. Berlin—Heidelberg—New York.
- LIJKLEMA L.—GELENCSÉR P.—SZILÁGYI F. 1983: Sediments and sediment-water interaction. In Eutrophication of shallow lakes: modelling and management. The Lake Balaton Case Study. — IIASA: 81—100. Laxenburg.
- LÓCZY L. 1913: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. — A Balaton Tud. Tan. Eredm. 1 (1).
- MÁTÉ F. 1979: A tudományos kutatás és a Balaton környezetvédelme. — Magyar Tudomány 24: 119—122.
- MÁTÉ F.—TÓTH E. 1982: A balatoni mederiszap sűrűségének mérése. — Izotóptechnika. 25: 267—272.
- MELCZER G. 1913: A Balatonfenék homokjáról. — A Balaton Tud. Tan. Eredm. 1 (1) Függelék V.
- MÜLLER G. 1969: Sedimentbildung in Plattensee. — Naturwissenschaften 56: 606—615.
- MÜLLER G. 1970: High magnesian calcite and protodolomite in Lake Balaton sediments. — Nature. 226: 749—750.
- MÜLLER G. 1981: Heavy metals and nutrients in sediments of Lake Balaton, Hungary. — Environmental Technology Letters. 2: 39—48.
- MÜLLER G.—WAGNER F. 1978: Holocene carbonate evolution in Lake Balaton (Hungary) a response to climate and impact of man. — Spec. Publ. Int. Ass. Sediment. 2: 57—81.
- OLÁH J.—TÓTH L.—O. TÓTH E. 1977: A Balaton foszforanyagcseréje. — MTA Biol. Oszt. Közl. 20: 111—139.
- SOMLYÓDY L. 1983: A Balaton eutrofizálódása. — VITUKI Közlem. 38.
- SZESZTAI K. 1961: A Balaton medrének feltöltődéséről. — Hidr. Táj. 12: 48—49.
- SZESZTAI K. 1961: A Keszthelyi öböl feliszapolódása. — VITUKI kiadv.

- TREITZ P. 1913: A Balaton tó fenékszajpjának és altalajának fizikai alakulása és ásványtani összetétele. — A Balaton Tud. Tan. Eredm. I (1) Függelék VIII.
- UHERKOVICH G. — LANTOS T. 1985: Angaben zur Kenntnis der Algenvegetation auf der Sedimentoberfläche im Balaton. — Limnologie.
- ZÓLYOMI B. 1952: Magyarország növénytakarójának fejlődéstörténete az utolsó jégkorszaktól. — MTA Biol. Oszt. Közl.: 491—543.
- ZÓLYOMI B. 1969: A Balaton iszaprétegeinek kormeghatározása virágorvizsgálatok alapján. Tájékoztató az állóvizek hidrológiai feltárásáról. — VITUKI kiadv.

MAPPING OF MODERN LAKE BALATON BOTTOM SEDIMENTS

by

F. MÁTÉ

Lake Balaton Limnological Research Institute, Hungarian Academy of Sciences
Tihany, Fürdőtelep u. 55—56.
H-8237

UDC: 551.3.051(285:439 Balaton)

Key words : fresh-water sedimentation, modern, Lake Balaton

The laboratory analyses of nearly five thousand samples collected from geodesically measured points, from the upper 1 dm or so of the Lake Balaton bottom were used for the compilation of a series of maps to illustrate the spatial distribution of grain structure, carbonate content, organic carbon content and nitrogen- and easily soluble phosphorus concentrations.

The composition of the sediment shows marked deviations at different points of the lake. Attempts were made at interpreting these deviations by taking into consideration the streams draining the catchment area, the internal currents of the lake and the effects of the flora and fauna of the lake.

In the light of comparisons with classification and nomenclature categories concerning lacustrine deposits, some general conclusions on the character of the Lake Balaton deposits were drawn.