

SZEMLE

Szovjet üledékvizsgálatok tanulságai*

VADÁSZ ELEMÉR

Az üledékképződés sokrétű folyamatát, módját és mértékét számos tényező együttes hatása befolyásolja. Ezek között legfontosabbak:

1. Az üledékanyag származása, ami a túlnyomólag szárazföldi eredésű (terrigen) anyagok mállásból származásából következőleg, az üledékgyűjtő környezetének földtani és térszíni alakulásától, a folyóvizek szállításától, szélműködéstől függ. Ezek szabják meg az üledékanyag összetételét és mennyiségét és az anyageloszlást is befolyásolják.

2. A medencefenék alakulása, különösen a sekélyvízi üledékek eloszlásában.

3. A víztömeg mozgása, ami az üledékanyag szemnagyság szerinti osztályozódását, oldhatóságát és lerakódási módját szabja meg.

4. A víz fizikai és vegyi viszonyai, különösen a vegyi és a szerves eredetű üledékképződésben.

Az üledékképződés tényezői az anyagok mechanikai és vegyi szétkülönítéssel szabják meg az üledékfajták keletkezését.

A mechanikai szétkülönítés lényege abban van, hogy a durvább részek előbb ülepednek le, mint a finomabbak, tehát általánosságban a szemcse-nagyság a folyótorkolattól, illetve partvontaltól távolodva, fokozatosan finomodik.

A vegyi szétkülönítés az oldott anyagok oldhatósága szerint alakul: a nehezebben oldhatók előbb kicsapódnak, a könnyen oldhatók tovább is oldatban maradva, a tengerbe messzebb is eljutnak.

A mechanikai és a vegyi szétkülönítés kölcsönhatása abban nyilvánul, hogy a szilárd anyagok a tengerben föloidódhatnak, másrészt a vegyileg szétkülönített és kicsapódott anyagok további mechanikai szétkülönítést is kaphatnak (S z t r a h o v). Ezeket a rendes lefolyású mechanikai és vegyi szétkülönüléseket további tényezők: áramlások, lenékalakulat, különböző irányú anyagszállítás, az oldatok egymásrahatása, a víz vegyi összetétele sokszorosan befolyásolhatják és bonyolítják.

A gazdag szovjet üledékképződési irodalom, P u s z t o v a l o v és követői, általában a vegyi szétkülönítést tartják az üledékképződés döntő folyamatának, míg újabban S z t r a h o v a mechanikai szétkülönülésre vezeti vissza az üledékek eloszlását. A két irányzat közötti heves vita általában tűnik, ha megfontoljuk, hogy minden egyes esetben mindkét hatás jelenlétével kell számolni, de a különböző üledékanyagok leülepedési módjában a kétféle hatás egyike vagy másika túlsúlyban van. A szilárd törmelékanyagokra vonatkozóan a túlsúly, sokszor kizárólagosságig menő módon, a mechanikai hatásokra esik, az oldatokban viszont kétségtelenül a vegyi szétkülönülés felé tolódik el.

* Raupach: Die recente Sedimentation im Schwarzen Meer, in: Kasp. und Im Aral. c. ismertetés (Geologie, I. 1952) nyomán.

A víz sótartalma és alkália-tartalmának az üledékképződéshez viszonyla-
nyon változó. Ezek a tényezők nemcsak az életet, hanem az üledékanyag mechanikai
és vegyi kiválását is befolyásolják. A sósvíz elektrolitot hatása a lebegő anyagot
már a folyótorkolat közelében kicsapja, az alkáliás hatás pedig a karbonát kicsapó-
dást késlelteti. Mindkét hatás a partoktól távolodva, általában erősödik.

Szárazföldi eredetű (terrigen) anyag, az orosz kutatók szerint a $CaCO_3$ -tól
és a szerves anyagtól mentesített üledékanyag. Ez a fogalmazás nem azonos tehát
a „törmelék“ megjelöléssel, mert mészkő is kerülhet szilárd törmelékként a száraz-
földről, másrészt az oldatban belekerült anyag a tengerben szilárd részekként is ki-
válhat. Gyakorlatilag tehát az egész üledékanyagban terrigen (túlnyomólag
szilikát), karbonát és szerves alkotórészek vannak.

Sztrahov a Fekete-tenger részletes üledékvizsgálatakor megállapította,
hogy K-en az üledékfőllalmozódás lényegesen nagyobb, mint Ny-on. A magas
hegységekkel körülvett K-i rész gyorsabban lerakódó törmelékes anyagot szolgáltat,
míg a síksági oldalon levő Ny-i részen kevesebb, túlnyomólag oldott üledékanyag
a tengerben eloszlik. Ezenkívül a Ny-i rész delta-limán partvidéke a folyók horda-
lékát fölfogja. A terrigen üledékeloszlásnak jelentős tényezője a Fekete-tengerben
mintegy 40 m mélységig hatoló erőteljes víztömegmozgás, ami a lebegő anyagot
állandóan mozgásban tartva, a partok közelében a leülepedést megakadályozza.
Tizenöt méter mélységben a vízmozgás ereje csökken, az iszaplerakódás lehetővé
válhat (mytilusos iszap), de a vízmozgás a lerakodott iszapot is állandóan mozgatja
és az üledékanyag szemcsenagyság szerinti osztályozását okozza. A fenékalakulat
helyi mélyedéseiben agyagos, a kiemelkedéseken homokos üledék keletkezik.

Az oldott állapotban szállított üledékanyagban a Fekete-tengerben a karbo-
nátok vezetnek. A $CaCO_3$ kicsapódása a terrigen anyag leülepedéséhez hasonló mó-
don történik. Pusztoválov szerint a $CaCO_3$ kicsapódása a lebegő üledékanyag
lerakódása után megy végbe, amiből a tenger középső részén az üledékmennyiség
a $CaCO_3$ -tartalom viszonylagos többletét, időtartamban határozott földülésését
okozza. Sztrahov szerint a $CaCO_3$ mennyiségi eloszlása a terrigen anyagokhoz
hasonlóan, a partoktól távolodva igen gyorsan csökken. A tengerbe kerülő oldott
karbonát kicsapódása a tengerbejutás során azonnal megindul. A Fekete-tenger
karbonát-ionokban kétszeresen túltelített, míg a folyóvíz Ca , CO_2 , HCO_3 és CO_3 -
ionokkal nincs telítve. A fenéken kivált mikroszkópos kalcitrészecskék fölkavarodva
kristályosodási magként hatnak. A vegyileg kicsapódó karbonát poralakú kalcit
(drewit), aminek keletkezését baktériumhatásra vezették vissza, mégpedig kéntele-
nítő (deszulfurizáló) *Miscrospira*-baktériumokkal, amelyek a H_2S -el mérgezett víz-
űben élnek, $CaSO_4$ -ből CaS redukciót végeznek, ami a vízzel és CO_2 -vel $CaCO_3$
kicsapódását hozza létre. Denitrifikáló baktériumok a bikarbonát szénsavával egye-
sülő NH_3 kiválasztással a $CaCO_3$ -kicsapódását okozzák vagy kalciumszulfát és
szénsav jelenlétével ugyancsak mészkiválást eredményeznek. Figyelemre méltó, hogy
Sztrahov szerint a Fekete-tenger H_2S -tartalma és a $CaCO_3$ üledék között semmi
összefüggés nincs és a denitrifikáló baktériumoknak sincs $CaCO_3$ kiválasztó szere-
pük, mert az utóbbiak NH_3 -termelését a víz CO_2 -tartalma közömbösíti. A mélyebb-
vízi kalcitképződésnek mindössze 20—30%-a baktériumos keletkezésű.

A Fekete-tenger mélyebbvízi üledékei mésztartalomkülönbségben jelentkező
fin mélyebbvízi üledékek mutatnak, ami a partközeli víztömegek nyári erősebb elpárol-
gásából és a hőmérsékletkülönbséggel járó nagyobb mészkiválasztásból ered. Télen viszont,
az iszap lerakódásának miatti, nagyobb mennyiségű szerves alkotórészek mutatkozik.
A szerves alkotórészek és rákmaradványok csak a szegélyüledékekben 150—170 m
mélységig is megtalálhatók, helyenként az üledékmennyiség 40%-át is jelentő

A Fekete-tenger különböző időszakokra vonatkozó üledékeinek részletes ismertetéből, a leülepedés időtartamából az üledékképződés mértéke és gyorsasága is megállapítható. Az évi üledékvastagság az egész tengerfenékre egyenletesen elosztva, mindössze 0,5 mm vastag réteg. Az üledéktömeg azonban nagyon egyenlőtlen eloszlású. A legnagyobb vastagság a limánok mai 10 m vastag üledékéből évi 4 cm. Az üledékvastagság a mélység felé gyorsan csökken, a szürke agyag évi 0,2 mm, a mésziszap a legutolsó 2500 év alatt jóval kisebb, mindössze 0,04—0,08 mm. Ezek a nagyfontosságú vizsgálati adatok egyidejű üledékek képződési nagy különbségeit mutatják, a limánok üledékképződésének a mélyebbvizekkel szemben 6—38-szor gyorsabb üledékképződésével. Ez földtörténetileg érthetővé teszi, hogy a Fekete-tengerhez hasonló multbeli tengerek, delta- és szegélyüledékekkel töltődtek fel.

A Káspi-tenger üledékképződését a szovjet kutatók a legutóbbi évtizedben nagyon behatóan vizsgálták. Az üledékképződés a Fekete-tengeréhez hasonló — azzal a különbséggel —, hogy itt a párkány és a mélytengeri fenékalakulat nem olyan éles, tehát az üledékekben is fokozatos átmenet van. Ezenkívül a Káspi-tenger puhatestű faunája 300 m-ig, a kagylósrákok 800 m-ig is mutatkoznak. Sztrahov szemcsenagyság szerint 0,1 mm-nél nagyobb homokot, 0,1—0,05 mm aleuritet, kagylótörmelékét, finom aleurit (0,05—0,01 mm) és pelitet különböztet meg. Az utóbbiak a mélyebb medencerezeken, előbbieket a szegélyeken találhatók, különböző mésztartalommal, sok átmenettel. A mésztartalom kalcit, oolit-, bekérgezés-, szerves karbonát- és finom poralakban mutatkozik. Az oolitiképződés a partközeli erősen fölmelegedő vizében 45 mm mélységig észlelhető.

A Káspi-tenger üledékföldtani jelentősége az öblökben mutatkozó erős bepárolgásból eredő nagy sótartalomban érzékelődik. A Karabugas-öböl felé a Káspi-tenger évi 11 km³ vízhozáfolyásban 128 millió t. sóanyagot ad le, ami itt az erős bepárolgással a Karabugas sókiválását növeli. Ugyanakkor a Káspi-tenger fokozatosan kiédesedik. Fúrási adatok szerint a Karabugas sósabbá válása és kiédesedése a negyedkorban többször ismétlődött. A Karabugas jelenlegi, felső 12 cm vastag, szerves maradványt nem tartalmazó szulfátüledéke alatt *Cardium edule*-tartalmú réteget találtak, ami a jelenleginél kisebb sótartalomra vall. A történelmi adatok szerint 1743-ban a Karabugas-öböl halban gazdag volt. A sótartalom növekedése 1755-től kezdődött, de még 1836-ban jelentős halászat volt; 1847 óta a halak egészen kivesztek.

Az üledékek finomrétegzettségére szerint a Káspi-tenger Ny-i részén 1 cm üledék 15 év, K-en 35 év alatt keletkezik. Az üledékképződés tehát háromszorosa a Fekete-tenger közepén észlelteknél. A szegélyeken természetesen a Káspi-tenger üledékképződése is nagyobb, mint a közepén, mégis egyenletesebb, mint a Fekete-tengerben. Még nincs eldöntve, hogy ez a sekélyebb Káspi-tenger fenékáramlásaira, a biogen karbonátképződésre vagy egyéb tényezőkre vezethető-e vissza. A Karabugas-öbölben évenként 1 mm vastag szulfát és karbonát réteg keletkezik. A hőmérséklettől függő oldhatóság szerint, télen szulfátok, nyáron karbonátok válnak ki, de ez az évszakos változás — az üledék állandó fölkapartsága miatt — finomrétegzettségben nem érzékelődhetik.

Az Aral-tó részletes üledékvizsgálatai szemcsenagyság szerint kilenc üledékfajtát különböztettek meg. Ezek: agyagos iszap, iszap, homokos iszap, iszapos homok, finom homok, homok, durvahomok, kagylós, ill. mészüledék. Ujjában ezt homok, aleurit, márga, agyag; deltaagyag- és oolitiként említik. A különböző üledékfajták eloszlása térfélepon pontosan ki van jelölve. A karbonátüledék túlnyomólag CaCO₃, a MgCO₃ mindössze 0,5—3%; dolomitot nem észleltek. A karbonátüledék pelit, oolit és biogén-karbonát alakban található. Az utóbbi egész mészvázakból

vagy 0,05 mm nagyságig terjedő törmelékből alárendeltebb szerepű, mint a Fekete-tengerben vagy a Káspi-tengerben. Mindössze 8 puhatestű-, 6 Foraminifera- és 6 kagylósrák-fajból adódik.

Az üledékanyag eloszlásának legfontosabb tényezője a sekélyvizű Aral-tóban a 10—15 m mélységig ható hullámmozgás. Eddig terjedően csak homok és kagylóhéjak találhatók. Ez a fenékgig ható vízmozgás az üledéknek a medence belseje felé szemcsenagyság szerinti koncentrikus öves elrendeződését eredményezi. Lényegileg ugyanilyen eloszlást mutat az üledékek mésztartalma is. Az üledékek legnagyobb része finomrétegzettséget nem mutat, a Ny-i medencerészben azonban helyenként, szemcsenagyság szerint és kalcilutit váltakozás folytán ihatározott rétegzettséget találtak, amit évszakos változásra vezetnek vissza.

Az Aral-tó üledékképződése a Fekete-tengeréhez hasonlóan, évi átlagul 0,5 mm. A folyótorkolatok körül néha évi 2,5 mm iszap, a medenceközépen 0,7—0,8 mm, legfelül csak 0,1—0,2 mm. Egyes részeken, a sekélyvízi övben, az erős vízmozgás miatt, az üledéklerakódás egészen kimarad.

Ezek a zárt beltengerekre vonatkozó üledékképződési vizsgálatok nagyjelentőségű irányelveket adnak a földtörténeti mult hasonló tengereinek megítélésére. Legfontosabb, általános törvényszerűségként mutatkozik, hogy az üledéklerakódás mennyisége ezekben a medencékben a partoktól távolodva állandóan kevesbedik. Ugyanilyen módon csökken az üledék szemcsenagysága is. A törmelékes és vegyi karbonátok mennyisége is az üledék összmenyisége szerint fogy, a vegyi kiválású karbonátok finomabb szemcsenagysága miatt a csökkenés az üledékmenyiségnél valamivel kisebb mértékű.

Az üledékmenyiség eloszlásában a tárgyalt zárt medencék lényeges eltérést mutatnak a földtörténeti mult legtöbb szegélytengerével és a geoszinklinálisokkal szemben. Ezekben ugyanis a medenceközépen nagyobb üledékfőlhalmozódás van, mint a szegélyeken. Ebben a tekintetben tehát a Fekete-tenger, a Káspi-tenger vagy az Aral-tó nem nevezhető jelenlegi geoszinklinálisnak. A kaledóniai geoszinklinálisban, az alpi belsődinarid-tektonben hasonlóan, a medenceközép felé csökkenő üledékeket is találunk. Mindez azt bizonyítja, hogy az üledékvastagságból a leülepedés időtartamára következtetni nem lehet. Az egyes üledékgyűjtők közötti különbségek végeredményben kéregszerkezeti mozgáskülönbségekből adódnak. Mindamellett a mai üledékképződésnek a mult üledékeinek hasonló részletes vizsgálatával történő összehasonlításból kitűnhetnek a multa vonatkozó olyan eltérések, amelyek az aktuálizmus nyerev alkalmazásának revízióját szükségessé teszik. Ezen túlmenően, a tengeri üledékképződés szovjetországi korszerű vizsgálatai példamutatók a Velencei-tó és Balaton-tó megindítandó üledékképződési tanulmányozásához.