

GEO-FIFIKA

Földtudományi ismeretterjesztő füzet



www.foldev.hu

9.
Óceánok.
Az idő mélye

MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet

9400 Sopron
Csatkai E. u. 6–8.
Tel.: 99/508-340
www.ggki.hu

www.foldev.hu
www.yearofplanetearth.org



Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal

A projekt a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal támogatásával valósult meg.

2008-ban – az ENSZ Föld Bolygó Nemzetközi Éve keretében – a földtudományok művelői szerte a világon ismeretterjesztő programokat szerveznek annak bemutatására, hogy a földtudományok hogyan szolgálják az emberiség, a társadalmak javát. Az egyik ilyen magyarországi kezdeményezés a GEO-FIFIKA című füzetsorozat. 12 számának témája:

1. Nemzetközi földtudományi kezdeményezések
2. Felszín alatti vizek („Tartalék egy szomjas bolygónak?”)
3. Természeti veszélyforrások („A lebetű legkisebb kockázat, a lebetű legnagyobb odafigyelés”)
4. Föld és egészség („Biztonságosabb környezet építése”)
5. Éghajlatváltozások („Kőbe vésett magnószalag”)
6. Nyersanyag- és energiakincs. („A fenntartható felhasználás felé”)
7. Óriásvárosok („Mélyebbre batolni, biztonságosabban építkezni”)
8. A Föld mélye („A kéregtől a földmagig”)
9. Óceánok („Az idő mélye”)
10. Talaj („A Föld eleven bőre”)
11. Föld és élet („A sokféleség eredete”)
12. A földi mágneses tér („Védőpajzsunk”)

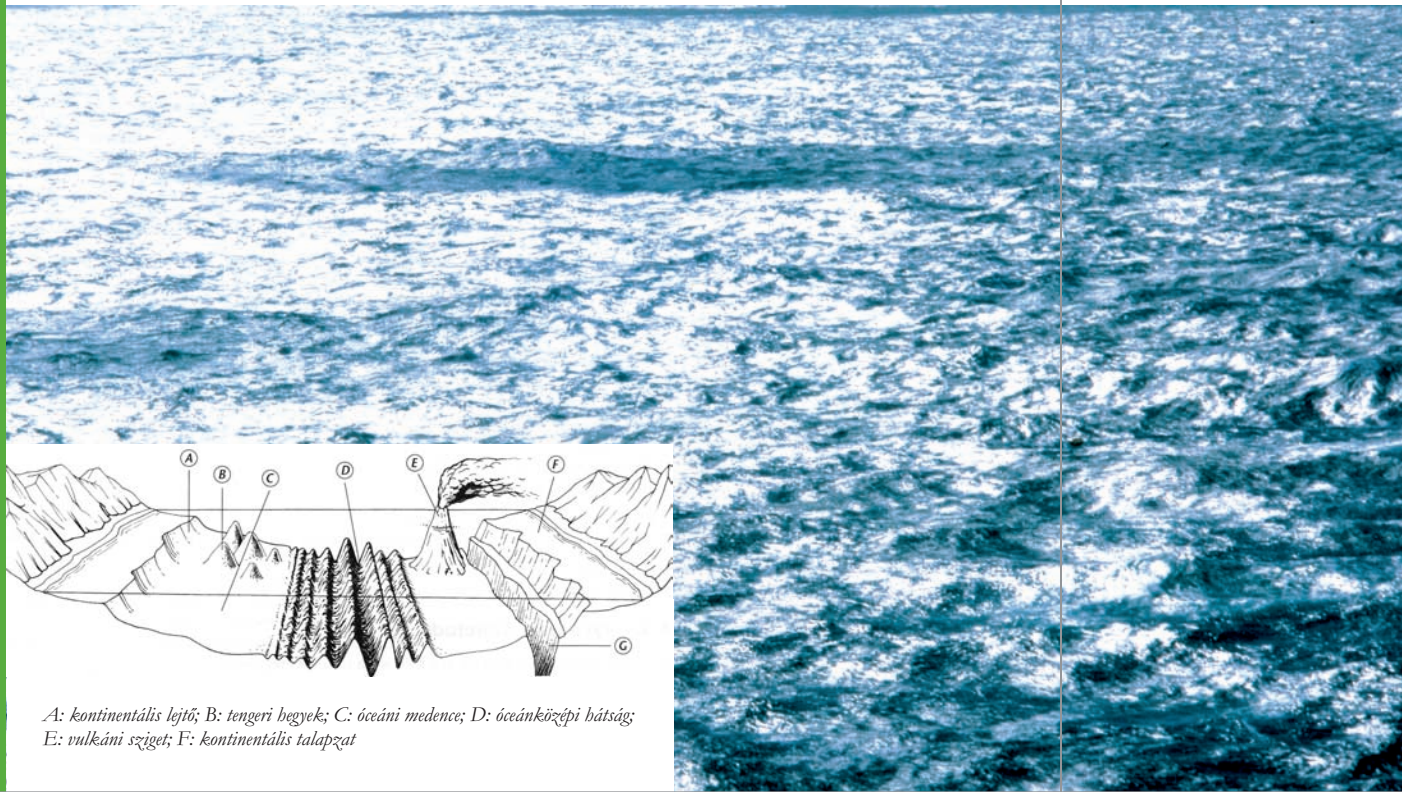


GEO-FIFIKA

FÖLDTUDOMÁNYI ISMERETTERJESZTŐ FÜZET

9.

Óceánok.
Az idő mélye



A: kontinentális lejtő; B: tengeri hegycsúcsok; C: óceáni medence; D: óceánközépi hátság;
E: vulkáni sziget; F: kontinentális talapzat

Készült: a Föld Bolygó Nemzetközi Éve alkalmából az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetben az NKTH támogatásával, a Magyar Geofizikusok Egyesülete, a Magyarhoni Földtani Társulat, hazai intézmények és magánszemélyek együttműködésével, a Coördesign (www.coördesign.nl) által tervezett International Year of Planet Earth prospektusok tartalmi és formai elemeinek alapul vételével

Szerkesztette: Szarka László

Felelős kiadó: Závoti József

ISBN 978-963-8381-24-8 Ö
ISBN 978-963-8381-33-0

Megjelenik: havonta, 2008. január és december között

Terjesztés: Középközpontokon, illetve a Föld Bolygó Nemzetközi Éve magyarországi rendezvényein, a Magyarhoni Földtani Társulaton és a Magyar Geofizikusok Egyesületén keresztül.

Az elektronikus változat letölthető a hivatalos magyar weblapról: www.foldev.hu/geofifika.htm

A GEO-FIFIKA ingyenes kiadvány. A füzetek anyaga szabadon másolható, terjeszthető.

Nyomtatott példányok az alábbi címen igényelhetők:

Rokob Krisztina – NYME EMK Környezet- és Földtudományi Intézet 9400 Sopron, Csatka E. u. 6–8.

E-mail: rokob@ggki.hu

Nyomdai munkák: Hillebrand Nyomda Kft.

9400 Sopron, Csengery u. 51. Felelős nyomdavezető: Hillebrand Imre

Íme, a tenger!

Az óceánok tudományos kutatása mintegy 200 évvel ezelőtt kezdődött. Ma már egyértelműen elfogadott tény, hogy a Föld-működés megértésének egyik kulcsát az óceánok jelentik. Az óceáni üledékek értékes adatokat őriztek meg a legutóbbi 200 millió év éghajlati változásairól. Annak ellenére, hogy az óceánokról szóló ismereteink a bolygónk működéséről alkotott képet forradalmian átalakították (a legjobb példa erre a II. világháború utáni tengeri expedíciók sora, amelyek eredményeként a hatvanas évek végén megszületett a lemeztektonika elmélete), még rengeteg minden vár felfedezésre. Nem csak az óceánok hasznosítása, hanem a kontinentális lemezszegélyek katasztrófa-kockázatainak enyhítése terén is. A világ népességének mintegy 21 százaléka, 1,147 milliárd ember él ugyanis a part menti 30 km-es sávban.

Lemeztektonikai megközelítésben egy új szétsodródási (vagy szétterjedési) központ („spreading centre”) születése gyakran kettétöri a kontinenst, majd egy hasadékos („rifted”) kontinentális lemezszegély-pár alakul ki. (Ilyen például ma az Atlanti-óceán két szemközti partvidéke.) Az óceánfenék folyamatosan képződik a szétterülési hátságok („ridges”) globális rendszerében, a képződött óceáni kéreg pedig egyre távolabb kerül a hátságtól.

A mély óceáni medencén történő áthaladás után a tengeraljzat eltűnhet egy óceáni árokban. Ott, ahol az óceáni lemez alábukik, ún. „szubdukció” történik, és ez gyakran a kontinens alatt is folytatódik. Szubdukció zajlik napjainkban a Csendes-óceánt körülvevő partoknál. Az óceánokra vonatkozó földtudományi kérdések jó része tehát a szétterülő hátságokra és a kontinentális lemezszegélyekre irányul. Az Atlanti-óceánon hasadékok, a Csendes-óceánon alábukások jellemzők.

Bolygónkon a vulkáni tevékenység

az óceánközepi hátságokon a legaktívabb

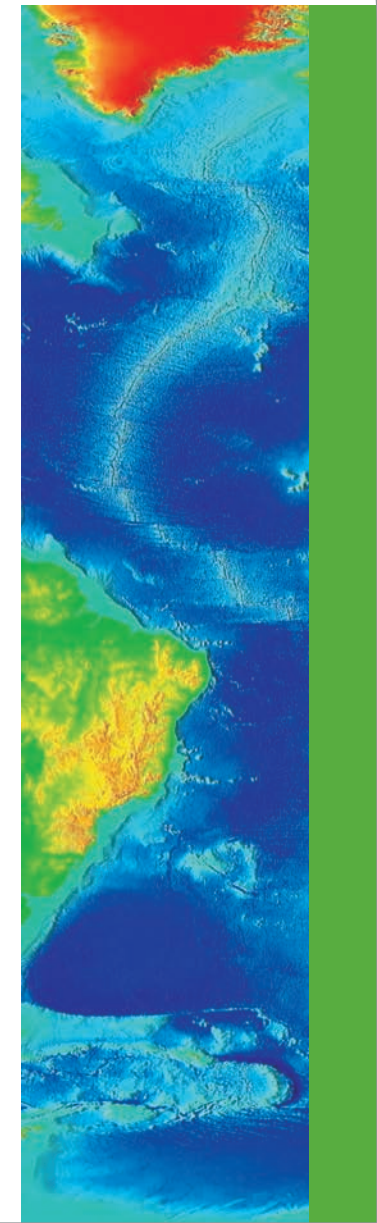
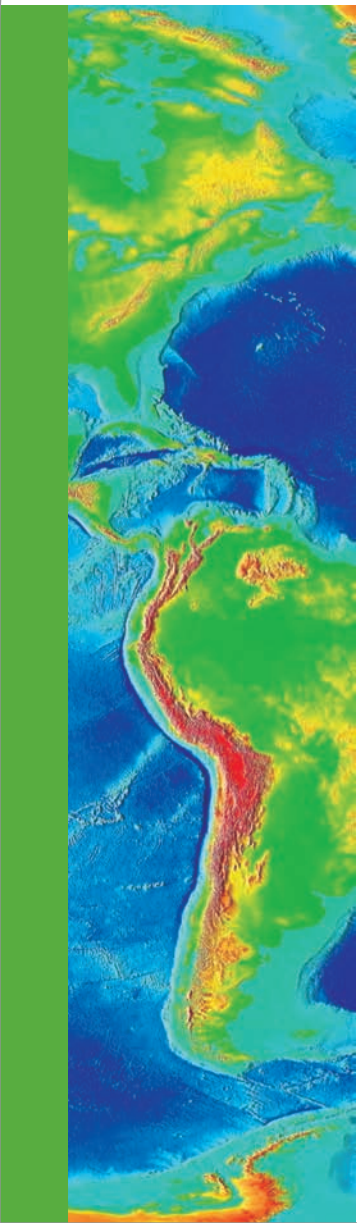
és igen gyakoriak itt a földrengések is

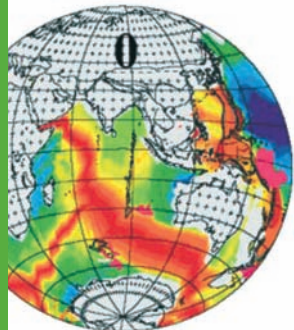
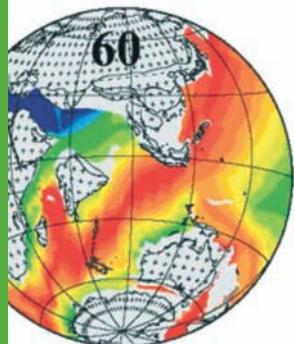
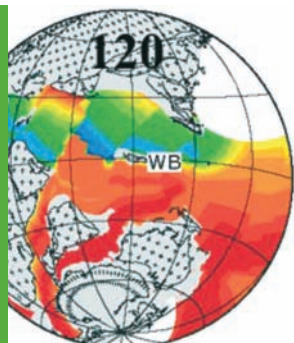
Óceáni hátságok és kontinentális lemezszegélyek

A legutóbbi 40 év során mélyített óceáni fúrásokban az óceáni üledékekből és az alattuk elhelyezkedő földkéregből vett minták a Föld dinamikai rendszerének jobb megértéséhez segítettek a földtudományok művelőit. A következő oldalakon két (az óceánközepi hátságokkal foglalkozó „InterRidge” és a kontinentális szegélyeket vizsgáló „InterMARGINS”) óceáni program témáit is magában foglaló kulcskérdésre összpontosítunk.

1. Hogyan hat a litoszféra, a hidroszféra és a bioszféra az óceánközepi hátságokra, és milyen szerepet játszottak mindezek a kölcsönhatások a földi élet keletkezésében?

Amikor a bolygónk külső héját alkotó tektonikus lemezek elmozdulnak egymástól, a Föld felszínén óriási repedések keletkeznek. E repedések az óceáni medencék legnagyobb részét átszelik, kialakítva egy 60 000 km össz-hosszúságú, a Földet körülölelő vulkáni rendszert: az óceánközepi hátságok rendszerét. E vulkáni öv – Izland kivételével – teljes egészében rejtetten, az óceán alatt 2–4 km-es mélységben húzódik. A hátságok mentén 20 és 80 km közti mélységben kőzetolvadék (magma) keletkezik, amely a tenger fenekéig felemelkedik, majd ki- és feltör. A hátságokból távolodó magma lassan, de feltartóztatlanul újraburkolja bolygónk hatalmas felszínét. A folyamat minden egyes vulkánkitöréssel és földrengéssel alapjaiban átformálódó, bizzar tájat (az angol „landscape” ellentétéként a mélytengeri tájat és Piccard mini-tengeralattjárójának nevét egyszerre idéző „bathyscape”-et) alakít ki: forró, mérgező forrásokkal, a napfénytől függetlenedett élőlények sokaságával.





Az óceánaljzat koreloszlása
120, 60 millió éve és ma
(piros: <10 millió év, sötétkék:
>150 millió év)

Az effajta vulkanikus tevékenység és az általa fenntartott élet vajon mennyire fontos a világ számára? Milyen szerepet játszanak pl. az ásványtelepek felhalmozódásában, az óceánok kémiai összetételének szabályozásában, a mélytengeri táplálékláncban és az élet kialakulásában?

A kutatási eredmények szerint a hátságok lehűlő vulkanikus kőzetei által kibocsátott energia kb. fele lehet a felhasznált fosszilis- és atomenergia összegének. A tengerfenéken, illetve annak közelében felszabaduló energia hatalmas tömegű tengervízet áramoltat az óceáni kérgen keresztül. E cirkuláció igen forró (akár 400°C-os) és savas hidrotermális folyadékot is mozgat, amely fémeket szállít, és metánnal vagy hidrogén-szulfiddal telített. A forró, fémekkel teli folyadék és a hideg tengervíz közötti reakció a tengerfenéken a fémszulfidok kicsapódásához vezet. A Föld legnagyobb értelepeit ilyen reakciók hozták létre!

Egy forró, szulfidokkal és fémekkel teli folyadékról egyáltalán nem gondolnánk, hogy ott virágzó életkörülmények lennének. Határozottan kijelenthető azonban, hogy a mélytengeri biomasza-koncentráció éppen a hasadékok környékén a legnagyobb. A hidrotermális hasadékokban élő állatok fölötébb furcsák: pl. óriási férgek, amelyeknek nincs belük, és amelyek a szöveteikben élő baktériumok segítségével táplálkoznak. A baktériumok az egyébként mérgező kémiai anyagból, a hidrogén-szulfidból származó energiát hasznosítják. E hasadéklakó állatok sok újat mondanak arról, hogy az ilyen dinamikus és igencsak ellenséges környezetben hogyan lehet túlélésre (esetenként virágzó életre) berendezkedni.

A hidrotermális résekben talált mikróbák még ennél is szélsőségesebb körülmények között élnek! A tudomány még csak most kezdi felfedezni a metabolikus „ösvények” (biokémiai reakcióláncok) fantasztikus sokszínűségét. Sok tudós szerint az élet a Földön éppen ilyen helyeken alakult ki.

Az óceánközepi hátságok a földrengések szempontjából is a Föld legaktívabb helyeinek számítanak. Nemrég mutatták ki például, hogy az óceáni eltolódásos („transzform”) vetők mentén (a szétterülő hátságok peremén) kipattanó közepes földrengéseknek sokkal több előrengése és sokkal kevesebb utórengése van, mint a kontinenseken kipattanó földrengéseknek. Úgy tűnik továbbá, hogy a tengerfenéki vulkánok közelében a szeizmikus tevékenységet az óceáni árapály patantja ki („triggereli”). Ezek az új ismeretek jelentősen javíthatnak a vulkán- és földrengésveszély-előrejelzés megbízhatóságán.

A gyorsan szétterülő hátságok alatt (mint amilyen a Csendes-óceán keleti hátsága) viszonylag állandó magmalencse található, amely kőzetolvadék-utánpótlást biztosít a viszonylag gyakori magma-benyomuláshoz és a következményként fellépő tengeralfjzati kitérésekhez. A magmalencse szolgáltatja az óceáni kéregben a forró vizes (hidrotermális) cirkulációt meghajtó hőt is. A lassan és alig mozgó hátságokon – mint a Közép-Atlanti hátság és a Jeges-tenger alatt húzódó Gakkel-hátság – a magmás események jóval ritkábbak. A tengeralfjzatot itt a litoszféra vetődés által okozott tektonikus terjeszkedése („extenziója”) jellemzi. Az óceánközepi hátságokon lejátszódó magmás-tektonikus eseményciklusok vezetésének megismerésében még csak a kezdeteknél tartunk.

A Föld köpenyéből az óceánfenék felé irányuló hőáram az óceánközepi hátságokon és az ún. forró pontoknál (mint például Izland, az Azori-szigetek és a Galapagosz-szigetek, Hawaii szigetek) a legnagyobb. Még nyitott kérdés, hogy az óceáni medencékben található forró pontok rendelkeznek-e mély (a földköpenybe mélyen lenyúló) gyökérrel, vagy csak felsőköpeny-eredetűek-e.



A kontinentális szegélyeken

a veszélyforrások is jelentősek

2. A kontinentális szegély kialakulása, fejlődése, és hatásai az emberiségre

A kontinentális szegély viszonylag meredek (néhány km-es mélységet is elérő) lejtői befolyásolják az óceáni áramlatokat. A part mentén fújó szelek – a Coriolis-féle eltérítő erő hatására – adott esetben a parttól elhajthatják a felszínen lévő tengervizet, és ennek helyébe ilyenkor a mélyből feláramlik a tápanyagdús mélyvíz, és ez igen jelentős mértékben járul hozzá a partmenti zóna biológiai produktívitásához.

A kontinensek üledékforrásoknak is tekinthetők, ugyanis a folyók, és különböző emberi tevékenységek révén jelentős mennyiségű üledék kerül az óceán partmenti zónájába. A kontinentális peremen felhalmozódó, szerves szénben gazdag (és esetenként több km vastag) üledékréteg fontos nyersanyagok (például szénhidrogén és gázhidrát) és különféle biológiai közösségek keletkezési- és lelőhelye. A kontinentális peremek üledékei sokfelé magukon viselik a múltbéli klímaváltozások nyomait.

A kontinentális peremek ugyanakkor veszélyt is jelentenek az emberre. A felhalmozódott üledékrétegek lecsúszása akár cunamik keletkezését is kiválthatja, ami a távoli partvidékeken idézhet elő pusztulást. Megjegyzendő, hogy a cunamihullám méretét elsősorban a partközeli tengerfenék topográfija határozza meg. Ez dönti el, hogy okoz-e katasztrófális károkat a szárazföldön.

A kontinentális peremeket a szárazföld felől érkező folyók és az emberi tevékenység egyaránt szennyezik. A szennyeződés, fizikai-kémiai-biológiai folyamatok révén halmozódik fel a kontinentális szegélyeken.

A GPS forradalmasította a geodéziát

Mélyszerkezet-kutatás

A hasadékos szegélyekkel kapcsolatos legfontosabb kutatási feladat ma a litoszféra fejlődésére vonatkozó elvi és numerikus modellek készítése. A peremeket a hasadék (rift) mindkét oldalán egy közös szelvényvonal mentén ugyanolyan eszközökkel kell vizsgálni. A vizsgálatok alapvető eszközei: az üledékbe és az alapkőzetbe mélyített mélyfúrás (beleértve a fúrófolyadékfúrást), szeizmika (beleértve a 3D-s felméréseket), valamint geoelektromos-elektromágneses és egyéb geofizikai mérések.

Az óceáni lemezek alábukási folyamatra adott rövid periódusidejű válaszát a földrengések jelentik. Az elmozdulás évenként néhány cm. Szeizmikus és más geofizikai paraméterek felhasználásával háromdimenziós képet kell alkotnunk a földrengést előidéző zónákról. E (ún. „szeizmogén”) zónák megfúrása és az ott elhelyezett különböző érzékelők is fontos információkkal szolgálnak.

A Globális Helymeghatározó Rendszer (GPS) megjelenésének köszönhetően a kontinenseken a deformációk ma már folyamatosan nyomon követhetők („monitorozhatók”). Szeretnénk ugyanezt megvalósítani a tengerfenéken is. A kezdeti kísérletek igazolták az elképzelés megvalósíthatóságát.

Az alábukás (szubdukció) egy globális körfolyamat része: hívják „alábukás-gyárnak” is. Jó lenne megérteni az egész Föld anyag-körfolyamatát. A kis mélységekben pl. a gázhidráttal kapcsolatos szén-körforgalom ismerete közelebb vinne a globális szén ciklus megértéséhez. A nagyobb mélységekben pedig a litoszféra behatolásának hatásai (például az alábukó, serpentinitesedett óceáni kéreg lehetséges következményei, illetve a lemezközépi magmatizmus termékei) sem teljesen tisztázottak még.

A kontinentális szegélyekkel kapcsolatos

tudományos kérdések sokaságának

megválaszolása az emberiséget szolgálja

A hasadékszegély üledékei

A partközeli és attól távolabbi üledésor a hasadékos peremek extenziós, eróziós és lerakódási történetét, valamint felemelkedésüket és alábukásukat egyaránt tükrözi. A riftesedéssel egyidejűleg (syn-rift), és az utána lezajlott (post-rift) üledékfelhalmozódási történet teljes megértése geológiai térképezést, sűrű szeizmikus méréseket és mintavételt (fúrómagmintákat is) kíván a tengereken és szárazföldön egyaránt.

Nyersanyagforrások és folyadékok

A hasadékeremeken az ásványi nyersanyagok közül elsősorban kőolaj és földgáz található. Gázhidrát a hasadékos és a nyomásos peremeken is fellelhető. A potenciális anyagok értékelése szempontjából talán a hőtörténet megismerése jelenti a legfontosabb tényezőt. A hőtörténet a magmatizmus területi kiterjedéséből és térfogatából, az üledékek vastagságából és korából, ill. a jelenkori hőáramból becsülhető meg. A gázhidrátot potenciális energiaforrásként tartjuk számon, de a tengerfenékről történő biztonságos és gazdaságos kitermelése még nem megoldott.

Tengeraljzati folyadékszivárgást (ún. „hideg szivárgást”) a hasadékos és az összenyomódott szegélyek mentén is megfigyeltek: kanyonfalakon, aktív kontinentális szegélyeken, mészkőtelepekben és szénhidrogéntelepekben. Létezésüket akusztikus vizsgálatok is bizonyítják. Különböző baktériumfajok és olyan állati közösségek élnek itt, amelyek a tengerfenékről származó, kémiai anyagokban gazdag, lebontott folyadékokból eredő energiát hasznosítják. A tudomány még csak most ismerkedik az itt élő állatok és mikróbák sokszínűségével és a különleges metabolizmusokhoz kapcsolódó lehetséges biotechnológiai alkalmazásokkal.

A cunami előrejelzése igen fontos kérdés

a tengerpartok mentén

Veszélyforrások

A szeizmikus- és vulkáni katasztrófa-előrejelzés problémája nem csak az alábukási zónák térségében, hanem sok más helyen is jelen van. A cunamikockázat csökkentése például az instabil üledékrétegek ismeretét és a kritikus régiók részletes elemzését igényli. A maximális károkozás helyének előrejelzésében fontos eszköz a cunami-terjedés numerikus modellezése. Az emelkedő tengerszint és az áradások a következő évtizedekben a part menti régiókból tömeges elvándorláshoz vezetnek.

Adatgyűjtés

Az ENSZ tengerjogi egyezménye (UNCLOS) felhatalmazza a part menti államokat, hogy a nemzetközi egyezményben leírtaknak megfelelően jogot formáljanak a partjaiktól távol eső tengerfenékre. Számos ország nagy mennyiségű adatfeldolgozást és különleges méréseket végzett. Egyes államok titokban tartják ezeket az adatokat, mások nyitottabbak. Néhány adatbázist már nyilvánossá is tettek. A Föld Bolygó Nemzetközi Éve egy egyesített adatrendszereket tartalmazó adatközpontot javasol kialakítani.

Előrelépés

Néhány példa a mélytengeri kutatás technológiai fejlődésére: nagy mélységekbe lemerülő ember-vezette járművek (angolul: HOV), távirányítható járművek (ROV), önjáró víz alatti járművek (AUV), valamint különböző geofizikai, akusztikus, hidrotermális, kémiai és biológiai mérőberendezések. A folyamatos tengerfenéki mérések (tengerfenéki obszervatóriumok), az obszervatóriumok mélytengeri kábelekkal történő energiaellátása és az adatok szárazföldi laboratóriumokba történő átvitele is új technológiát igényel.



Magyarok az óceánkutatásban

G. Tóth László kutatómunkája a Csendes-óceán hidrotermikus forrásainál

MINILEXIKON

Fotoautotrófikus:

fényből nyerik energiájukat és szervesen vegyületeket használnak szénforrásként;

Kemoautotrófikus:

szervesen vegyületek oxidációjából nyerik energiájukat és szervesen anyagokat használnak szénforrásként

Bentikus:

vízfenéken élő
Hidrotermális: a víz kritikus hőmérséklete (375°C) alatti forró vizes oldat vagy túlhevített gőz

Ökoszisztéma: a társulás és az élőhely együttese

Proteobaktérium: a bak-tériumok egy – igen for-magazdag – csoportja

Pseudofécesz: a kagylók köpenyüregéből kibocsájtott, előzőleg a vízből ki-szűrt és összetömörített lebegőanyag galacsinok

Szimbionta növény: növény és növény között kialakult szimbiózis

Szimbiózis: két vagy több különböző élőlény együttélése, egyikük a másik felületén (ekto-szimbiózis), vagy egyikük a másik szervezetében (endoszimbiózis) anyagcsere termékeikkel egymást táplálva

Az „Archaean Park Project” célja a Csendes-óceáni kéreglemezben több száz fokra felhevült rétegvizek cirkulációjának vizsgálata és modellezése, valamint az Okinawa-árok mélyén a hidrotermális források körüli kemoautotrófikus elsődleges termelés nagyságának, a kemoautotróf baktériumok családfájának, evolúciójának, és az egész hidrotermális mélytengeri ökoszisztéma anyagforgalmának vizsgálata. A projektet a Japán Tengerkutatási és Technológiai Központ (JAMSTEC) 67 méter hosszú, 1553 tonnás „Natsushima” kutatóhajója, az ezen szállított „Shinkai-2000” emberes mini-tengeralattjáró és a Dolphin K3 ember nélküli merülő egység segíti.

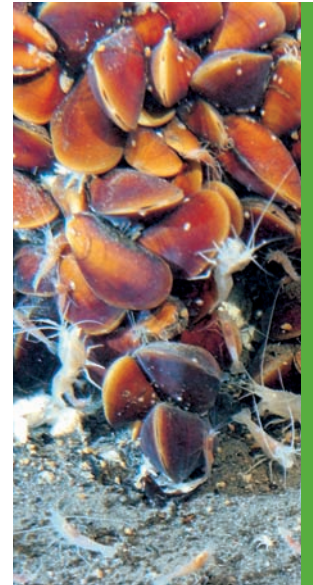
A tengeralattjáró fő része egy 2,2 m átmérőjű, 3 kerek ablakkal, több külső fényképezőgéppel és video kamerával ellátott gömb, amelyben 3 személy fér el. A tengeralattjáró legfontosabb eszköze egy belülről irányítható 3,5 mázsás külső manipulátor-mintavevő kar. A merülések a japán tengeralattjáróval az amerikai szokástól eltérően nem éjszaka, hanem reggel 9 órakor kezdődnek, s a célmélységtől függően 2–3 órát vesznek igénybe le és ugyanennyit fel. A munkára a mélyben 4–6 óra áll rendelkezésre. A kutatók a merülést megelőző 24 órában nem fogyaszthatnak szeszes italt, s erősen fűszeres ételeket sem. Kapnak viszont szendvicset, kávét, üdítőt, speciális ruházatot és tartalék pokroccokat az útra, hiszen a tenger mélyén, a gömbben még a hőforrások környezetében is nagyon hideg van.

Az eddigi 26 merülés során egy 0,3 km²-nyi terület feltérképezése és mintavételezése történt meg az Okinawa-árokban és egy másik hasonló kiterjedésű aktív területen attól 300 km-re, a Mariana-árok irányában. (A neve „Szerda-knoll”), mert szerdai napon találtak ide. A felmérések szerint a különböző csigák, kagylók, rákok és csőférgék biomasszája a hidrotermális források közvetlen közelében 30 kg-ot ért el négyzetméterenként. (A hatalmas állati bio-

masszát rendkívül gyorsan osztódó kemoautotrófikus planktonikus és szimbionta ϵ -proteobaktériumok táplálják.) A kürtökből feltörő legnagyobb hőmérsékletű víz 230°C volt, de ennek dacára nagy mennyiségű DNS-t mutattak ki belőle. A vizsgálatok szerint a hidrotermális kürtök körüli hatalmas kagyló kolóniák egy nap alatt mintegy 40–70 méter magas felettük levő vízoszlopot tisztítanak meg a lebegő baktériumoktól (amely persze azonnal újratermelődik). A kagylók a kiszűrt baktériumokat és maradványaikat pszeudofécesz csomókba tömörítve felhalmozzák maguk körül, amely új bentikus táplálékláncot indít el. E vizsgálatok világviszonylatban is új eredményeket hoztak a mélytengeri hőforrások biológiájáról; a földi biológiai evolúciós eseményekről pedig a gondolkodás új horizontját nyitották meg.



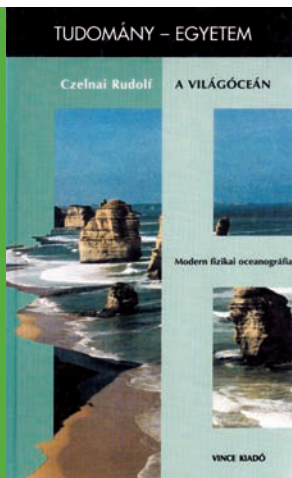
Darun lóg a tengeralattjáró (Foto: G. Tóth László)



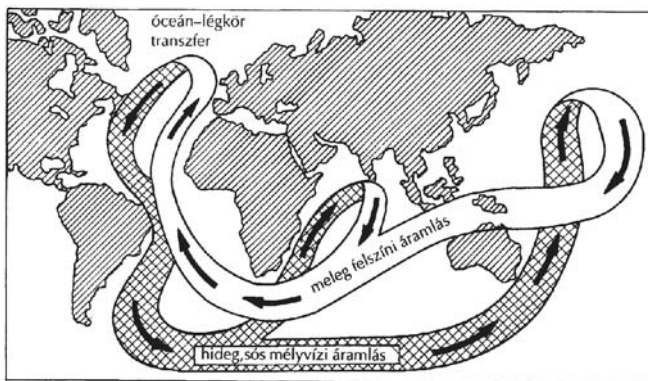
Állattömeg
(Foto: G. Tóth László)



Mélytengeri balak
(Foto: G. Tóth László)



Czelnai Rudolf: A világoceán (Vince Kiadó, Budapest, 1999) című könyve elsőként mutatta be magyarul egy fiatal tudomány, a modern fizikai oceanográfia izgalmas kutatási eredményeit. A könyv egyik érdekessége az ún. „nagy óceáni szállítószalag” leírása. A könyvből átvett ábra „kitűnően szimbolizálja az óceáni medencék közötti kapcsolat fontosságát. Ezen túlmenően azt a szerepet is nagyszerűen érzékelteti, melyet az óceáni vízkörzés a Föld éghajlatának alakításában betölt. Ha egyetlen mondatban kellene összegeznem, hogy miről is van szó, a következő mondanám: ez a szállítószalag az ismert leghatékonyabb óceáni tömeg és energiaszállító mechanizmus, mely a három óceáni medence trópusi övének hőtöbbletéből igen jelentős részt továbbít – megállás nélkül – az Atlanti-óceán északi részébe, és ezzel főleg Északnyugat-Európa (sőt kisebb mértékben egész Európa) éghajlatát sokkal kellemesebbé teszi, mint az különben volna.” (Idézet a könyvből.)



A nagy óceáni szállítószalag. Ez a sematikus rajz (a könyv 26. ábrája) nem úgy értendő, mint az áramlás tényleges képe (az ugyanis ennél sokkal bonyolultabb), hanem úgy, mint annak a funkcionának a vázlatja, amelyet a nagy óceáni szállítószalag a világoceán általános vízkörzésében betölt.

Mélytengeri halak
(Fotó: Galács András: Óceánok – sarkvidékek c. könyvéből)

Galács András: „Óceánok – sarkvidékek” (Kossuth Kiadó, Budapest, 2003.) című könyve látványos képekkel és tényyszerű leírásokkal mutatja be a világtengereket, mint a Föld nagy történeti folyamatainak résztvevőit. Az óceánok, a tengervíz fizikai, kémiai és biológiai ismertetését, a sarkokon kialakult jeges területek bemutatását át- meg átszövik az emberi megismerés hol mulatságos, hol hősiessé, máskor tragikus történetei. A szerző és a kiadó azt reméli, hogy ez a könyv azzal tölti ki a Kontinensről kontinensre könyvsorozatban eddig leírt területek közötti hézagokat, hogy képzeletbeli tengeri utazást kínálva vezeti az olvasót, kontinensről kontinensre.

Egy valódi tengeri utazás: két soproni egyetemista saját készítésű csónakkal 2006–2007-ben 51 nap alatt átevezett az Atlanti-óceánon. (Részletek: www.atlantix.hu)



Feladat

A vízhozam fizikai oceanográfiai egysége a Sverdrup (rövid jele Sv). 1 Sv= 10 millió köbméter másodpercenként. A Grönland körüli térségben a nagy óceáni szállítószalag vízsüllyedése 20 Sv. Számítsuk ki, összesen hány köbméternyi mélyvíz formálódik évente az észak-atlanti térségben?

Szerzők:

J. Chen, C. Devey,
C. Fischer, J. Lin,
B. Whitmarsh

Fordították:

a NYME hallgatói

Lektorálták:

Czelnai Rudolf,
Szarka László,
Verő József

Magyar változat:

Czelnai Rudolf
(óceanográfia),
G. Tóth László
(óceánkutatás),
Galács András
(óceánok élővilága),
Szarka László
(szerkesztés)

Beküldési

(beérkezési)

határidő:

2008. október 31.

Beküldés módja:

levélben vagy
e-mailben

Cím: Rokob Krisztina
(NYME Környezet- és
Földtudományi Intézet)
9400 Sopron
Csatkai u. 6–8.

E-mail: rokob@ggki.hu