

KÖSZÖNTŐ: A HIDROSFÉRA-KUTATÁS JELENTŐSÉGE A PLANETOLÓGIÁBAN

Kubovics Imre ⁽¹⁾, Weidinger Tamás ⁽²⁾

⁽¹⁾ ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Közettan-Geokémiai Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

⁽²⁾ ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A e-mail: weidi@caesar.elte.hu

Salutation: The importance of hydrosphere research in planetology

A különböző halmazállapotú H₂O, főleg a víz és részben a jég, a földi élet, ezen belül minden élőlénynek létfontosságú anyaga. Ebből adódóan a H₂O különböző megjelenésű állapotával számos tudományterület foglalkozott, illetve foglalkozik. A tudomány fejlődésével azonban e létfontosságú anyag kutatása is több irányúvá vált, „erősen osztódott, szaporodott”, illetve különböző tudományterületekre koncentrált. Ez a folyamat a határterületek tanulmányozásának az elmaradását „eredményezte”. ami esetenként értelmezési problémákat (zavarokat) is okozott. A Geonómiai és Planetológiai Albizottság egy lehetséges szakmai együttműködésen belül e problémák megoldására és az esetleg eltérő szakkifejezések, értelmezések egyeztetésére törekszik. Ez – a tudomány fejlődéséből adódóan – még az egyes tudományterületeken belül is szükségessé válhat.

A Szádeczky-Kardoss Elemér professzor által lefektetett és továbbfejlesztett geonómiai, illetve geonómiai–planetológiai szemléletet – amit Póka Teréz a 2013-as konferenciánkon kifejtett és szakszerűen levezetett – Bizottságunk, majd azt követően Albizottságunk mindvégig az adott kor kívánalmainak (kihívásainak) megfelelően képviselte és képviseli¹. Ezzel összefüggésben az MTA Osztályközi Geonómiai Tudományos Bizottsága által a Veszprémi Akadémiai Bizottság (VEAB) közreműködésével 2007-ben rendezett kétnapos konferenciánkat, valamint az átalakult Albizottságunk 2013. évi rendezvényét emeljük ki (Kubovics et al., 2017). Mindkét rendezvényünket kiemelkedően nagy érdeklődés kísérte, nemcsak a földtudományi szakemberek, hanem a társtudományokhoz tartozó oktatók-kutatók körében is. Veszprémi konferenciánk széleskörű programjának egyik kiemelt témaköre az időközben egyre aktuálisabbá vált klímaváltozás volt. (A vitaindító előadást Horváth Zsolt akadémikus és Rácz Zoltán a fizika tudományok doktora, később szintén akadémikus, tartották.) A vitában számos különböző tudományterületi kutató-oktató vett részt, többek között fizikusok, meteorológusok, geológusok. E témakörben ma is helytálló, országos szinten is figyelembe vehető, illetve veendő megállapítások születtek. A legújabb mérési adatokat és tudományos eredményeket tartalmazó vitaindító előadás, valamint számos eltérő szempontú hozzászólás alapján a klímaváltozások (felmelegedések), illetve a pliocén–pleisztocén (–holocén) jégkorszakon belüli epizodikus melegedések, jég-visszahúzódások, a glaciális–interglaciális szakaszok kialakulásának–időtartamának a meghatározása, továbbá a folyamat eddigénél lényegesen pontosabb értelmezése is lehetővé vált. Sajnos időközben a klímaváltozás országos szinten (és részben nemzetközileg is) pártpolitikai témává alakult, és ellentmondásos nyilatkozatok, értelmetlen javaslatok – sőt esetenként „zavaros következtetések” hangzanak el.

¹ Kubovics I., Póka T., Weidinger T. (szerkesztők), (2017): A talajtakaró geonómiája – A pedoszféra mint a Föld sajátos fázishatára. Az MTA X. Földtudományok Osztálya, Geokémiai, Ásvány- és Közettani Tudományos Bizottság Geonómiai és Planetológiai Albizottságának a konferenciája. 2013. szeptember 26–27. Budapest. Egyetemi Meteorológiai Füzetek, 28, 285p. <http://nimbus.elte.hu/oktatas/metfuzet/EMF028/EMF28.pdf>

Főleg ezért javasoltuk a veszprémi rendezvényünk eredményei alapján (többször is), hogy az Albizottság foglalkozzon ismét a klímaváltozással, és a vitában kialakult álláspontot, illetve véleményünket küldjük el az illetékes országos hivataloknak, hatóságoknak. Sajnos, a javaslat programba vétele eddig elmaradt, amit a közeljövőben mindenképpen pótolnunk kell. A klímaváltozás ok–okozati összefüggésének értelmezéséhez való hozzájárulásunk országosan is növelhetné Albizottságunk elismerését.

A Geonómiai és Planetológiai Albizottság 2013. szeptemberi kétnapos budapesti konferenciájának fő, illetve kiemelt témája a „Talajtakaró geonómiája” volt. A nagy érdeklődést jól jellemzi, hogy a résztvevők közül nyolc mezőgazdasági szakember (főleg különböző talajtanos kutató, oktató) tartott előadást. A víz szerepét változatos szempontok alapján értékelték, jelentőségét, tágabb szakmai értelemben is, minden előadó kiemelte. Ezzel összefüggésben kiemelhető Várallyay Györgynek, a víz mezőgazdasági vonatkozású pozitív és negatív hatását az „árvíz, belvíz, aszály” okait és következményeit részletesen ismertető előadása és tanulmánya (Várallyay, 2017a, b). Füleky György előadása (és e kötetbeli tanulmánya) a geonómiai szemléletmód példaképeként tekinthető. A talajképződéssel összefüggésben a víz kiemelkedő jelentősége mellett – többek között – a földtörténeti–földtani folyamatokat is részletesen és szakszerűen ismerteti (Füleky, 2017). A szerzők (előadók közül) egyedülként emelte ki a (kémiai) mállás alapvető jelentőségét (szerepét). Ebből következik az a lényegében helytálló megállapítása – noha közzétanilag kissé pontatlan a megfogalmazása –, hogy „A talaj a legkülső földkéreg takarója.” Ez azonban a lényegét semmilyen formában nem érinti. (*Sajnos mindkét fent említett szerző „itt hagyott bennünket”, emléküket őrizzük!*)

Az extraterresztikus folyamatokkal – ezen belül a Marssal is – több előadó (szerző) foglalkozott a 2013-as konferencián (Bérczi Szaniszló, Polgári Márta, Petrovay Kristóf, Gyollai Ildikó). Mindezek után a jelen kötetben szereplő 2018-as konferenciánk előadásai több vonatkozásban is a 2013. évi (Kubovics et al., 2017) folytatásának tekinthetők.

A 2018-as konferencia anyagát összefoglaló „*Hidroszféra: A víz, mint különleges anyag – a hidroszféra a Földön és a Naprendszer más égitestjein*” című kötet jó alkalom arra, hogy egységesítsük a több tudományterületet átívelő témakör szakkifejezésit, fogalmi rendszerét. Ezen az úton elindultunk, de ennek ellenére ugyanarra a fogalomra, jelenségre még e szerkesztett kiadványban is fellelhetők eltérő megfogalmazások. Ez azt jelenti, hogy a Geonómiai és Planetológiai Albizottságnak folytatnia kell a következő akadémiai ciklusban, a közös szaknyelv kialakítására, ápolására vonatkozó javaslatait.

E gondolatot folytatva, a tanulmányok egy része a kiadvány témáját jelentő vízzel, illetve annak definíciójával kapcsolatban is több eltérő megfogalmazást tartalmaz. A lényeg azonban minden meghatározásban ugyanaz, vagyis:

- a) „A víz színtelen, szagtalan, íztelen folyékony anyag, amely nagyobb tömegben kékes színben játszik” (Magyar értelmező kéziszótár, Könyvmíves Könyvkiadó, 2000).
- b) „Víz: a Föld nagy részét borító, az élethez nélkülözhetetlen (színtelen, szagtalan, íztelen) folyadék (H₂O) (Magyar értelmező kéziszótár, Akadémiai Kiadó, 1985, O. Nagy et al. (2005)).
- c) „Víz, H₂O: kémiailag tiszta állapotban színtelen – vastagabb rétegben halványkék –, szagtalan és íztelen folyadék” (Új magyar lexikon, Akadémiai Kiadó, 1969).

A definíciók főleg a kémiailag tiszta vízre vonatkoznak, de ez nem befolyásolja azt a tényt, hogy a víz folyékony anyag (folyadék). Ezek szerint a folyadék, folyékony, cseppfolyós stb. jelző (a víz vonatkozásában) teljesen felesleges és szabálytalan. Egyébként több tanulmányban jelzős és jelző nélküli írásmódban egyaránt szerepel. Egyértelműen megállapítható, hogy angol nyelvű irodalomra való hivatkozás (vagy elemzés, értelmezés)

esetén mindig folyékony, vagy cseppfolyós víz szerepel, ami a „liquid water” tükörfordítása. A szakkifejezések eredetitől (elfogadottól) eltérő – vagy tágabb – értelmezése is elfogadhatatlan. Ez egyes esetekben – főleg a geológiai–kőzettani szakkifejezések planetológiai folyamatokra (értelmezésekre) történő átvitele, alkalmazása – jelentős értelmezési problémákat okozhat. *Szét kell választani a víz, mint vegyület meghatározását, annak halmazállapotától, különböző feltételek melletti (pl. nyomás, hőmérséklet, a vizsgált földi szféra, vagy az univerzum valamely részén való) előfordulásától.*

Szintén figyelni kell egyes gyakorlati–ipari szakkifejezések pl. a tűzállóság alkalmazására geológiai és planetológiai cikkekben². Az egyik tanulmányban például a következőt olvashattuk „A belső Naprendszer ásványait a *tűzálló* kerámiák anyagaiként ismerjük (pl. a korund). E *tűzálló* ásványok kicsiny halmazokba gyűltek össze és rétegesen kristályosodtak egymás után.” Ez a „*tűzálló*” megfogalmazás alapvetően téves. A „*tűzálló*” (tűzálló agyagásvány – fireclay mineral) a hazai, valamint a nemzetközi szakirodalomban egyaránt meghatározott összetételű és tulajdonságú agyagásványokra vonatkozik (gyakorlati–ipari szakkifejezés). A „refractory”-t – noha szinonima – a kerámia-alapanyagú tűzálló ásványokra (agyagásványokra) nem alkalmazzák. A tűzálló ásványok definíciója a magyar és idegen nyelvű szakirodalomban egyaránt megtalálható. Például a Geológiai kislexikon (Bukarest, 1983, lásd Brassói Fuchs et al., 1983) szerint a „tűzálló agyag 1580 °C-nál magasabb olvadáspontú agyagfajta, amely e hőmérsékletig jól ellenáll a mechanikai, valamint a kémiai hatásoknak. Egyik fő agyagásványa a kaolinit. Főleg tűzálló anyagok (téglák, bélések stb.) előállítására használják.” Az angol geológiai szakkifejezések (Glossary of Geology) orosz magyarázatát, értelmezését tartalmazó szótárban (Tolkovij szlovar anglickich geologiceszeszkich terminov – Angol szakkifejezések értelmező (magyarázó) szótára, Moszkva, MIR – 1979) a következőket olvashatjuk: „fireclay” – tűzálló agyag – vízben (H₂O) gazdag, a „kaolinnal” megközelítőleg azonos összetételű Al-szilikát, illetve szilikátok. Magas hőmérsékleten is stabilak, nem deformálódnak, nem esnek szét, nem lágyulnak, és alkalmasak tűzálló kerámiák előállítására. (A jobb minőségű „kiegített anyag mintegy 35% alumínium(III)-oxidot tartalmaz.” „Fireclay” = tűzálló agyagásvány, a kaolinit rendezetlen változata (lásd a melloriot is)).

A réteg – mint geológiai szakkifejezés – használatával összefüggésben is fogalomzavar, bizonytalanság (pontatlanság) mutatkozik. A rétegnek, mint geológiai képződménynek ugyanis vannak sajátos jellemzői, jellegzetességei (lásd például „Báldi Tamás, 1978: A történeti földtan alapjai” című könyvének megfelelő fejezeteit). Mint földtani (kőzettani) szakkifejezés nem értelmezhető tetszés szerint (önkényesen). Természetesen a Földön kívül más bolygókon (pl. a Marson) is lehettek vagy vannak (képződhetnek) rétegek, réteges képződmények. A meteoritokban azonban nincsenek rétegek.

Fontos tanulsága a cikkek szerkesztésének, átnézésének az SI-rendszer, főleg a prefixumok egységes alkalmazása. Szintén feladatunknak tartjuk a magyar szaknyelv fejlesztését, ahol lehet idegen szavak helyett hazai, hasonló jelentésű kifejezések alkalmazását. Sajnos ez is kordivat. Álljon itt erre is egy példa. A törmelék, vagy törmelékes helyett „klaszt”, „klasztos”, „klasztok”, vagy ... „klasztos laminált” kifejezések alkalmazása felesleges. A cikkek átnézése során igyekeztünk az ilyen kifejezésektől is „megszabadulni”. Törekedtünk az ásványnevek következetes írására, illetve egységes jelölésére is.

Az általános elvek, megjegyzések után nézzük a kiadványt és az ahhoz fűzött néhány gondolatot!

² Mikor kell a tűzállóság helyett pl. a hőállóság fogalmát alkalmazni? Ezek helyes használatára is igyekeztünk odafigyelni a kiadvány végleges formába öntésénél. A fogalmak tisztázása, az odavezető út, a kiadványok elkészítése során mindig jelenlevő fogalmi egyeztetések bemutatása talán nem érdektelen az Olvasó számára sem.

A beérkezett cikkek két nagy tématerület köré csoportosíthatók: a földi és a marsi környezet leírására. „A víz különleges tulajdonságai (Tasnádi Péter és Weidinger Tamás)”, illetve „A víz és a jég szerepe a csillagoktól a bolygótestekig tartó planetáris fejlődési eseményláncban (Bérczi Szaniszló)” című bevezető cikkek számos egyértelmű megállapítás és értelmezés mellett – természetesen – sok nyitott kérdést, problémát is tartalmaznak (Bérczi, 2020; Tasnádi & Weidinger, 2020). Mindez azt jelzi, hogy a különböző bolygók (ezen belül főleg a Föld, valamint a Mars) fejlődésének, mai állapotának, kialakulásának, összetételének értelmezéséhez feltétlenül szükséges a szoláris köd térbeli–időbeli változásának, a kondenzációs–akkréciós folyamatok jellegének, valamint a bolygókezdemények (a planetozimálok) rövid áttekintése. (Ennek egy kis részletét Bérczi Szaniszló cikke ismerteti.) Ezek a folyamatok határozzák meg a kozmikus testek szerkezetét és összetételét is.

A szoláris köd összetétele a Naptól való távolságtól és az időtől függően is változik. A Naphoz közeli övekben főleg a nehezebb elemek (például a vas), a távolság növekedésével pedig az egyre kisebb rendszámú (atomtömegű) összetevők részaránya emelkedik. Ebből adódóan a Föld típusú bolygók vasmagja a távolsággal 70–60%-ról 10–7%-ra csökken (Vojtkevich & Zakrutkin, 1976), a H₂O, illetve a H₂ és az O₂ – valamint egyéb kis rendszámú elemek – részaránya pedig növekszik. Ez a kisbolygóövezet egyes alkotóinak a H₂O-tartalmában is tükröződik. Például a C1-típusú szenes kondritok szélső értéként 20,54% H₂O-t tartalmazhatnak különböző ásványokban – kötött formában.

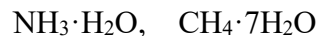
A Föld típusú bolygók keletkezésére, illetve a bolygókat alkotó eredeti anyagok összetételére vonatkozó vélemények között jelentős nézetkülönbségek vannak. A legelfogadottabbnak – de nem véleményeltérések nélkül – Murthy & Hall (1970, 1972) felfogása mutatkozik, amely szerint például a Föld 45% közönséges kondrit, 40% szenes kondrit, valamint 15% vasmeteorit keverékével azonos összetételű kozmikus testekből alakult ki. A becsapódáskor – a becsapódás után – a szén a szilikátokkal, pontosabban a vastartalmú olivinnel reakcióba lép (léphet), és ezáltal fémvas keletkezik (keletkezhethet), az alábbiak szerint:



ami tovább növelte (növelhette) a vasmag tömegét. A szenes kondritok nagy H₂O-tartalma pedig jelentősen hozzájárulhatott a Föld vízkészletének a kialakulásához. Ez a folyamat a Naptól távolabb levő, ennek megfelelően nagyobb részarányú hidrogént és oxigént (H₂O-t) tartalmazó környezetben felépülő (-felépült) Marsra fokozottabb mértékben érvényes. Ezek szerint a Marsnak eredetileg – elvileg – több H₂O-t (vizet) kellett tartalmaznia, mint a Földnek. Ez az összefüggés azonban ennél bonyolultabb. A lényegesen kisebb tömegű és sűrűségű Mars gravitációja 3,727 m s⁻², a szökési sebessége pedig mindössze 5 026 km s⁻¹ (a Földé 9,80665 m s⁻², illetve 11 200 km s⁻¹.) Az ősléggört – illetve a hidroszféra és az atmoszféra anyagát – a szenes kondritokkal azonos összetételű átlagban mintegy 10% H₂O-t tartalmazó kozmikus anyag szolgáltatja (Wiik, 1956; Mason, 1979 (in Kubovics, 2008)). Nevezettek szerint ez a H₂O a forrásanyag össztömegének hozzávetőlegesen 4%-a, ami több mint két nagyságrenddel meghaladja a Föld jelenlegi víztömegének 0,0279%-os részarányát. Ezek szerint az ősléggöri H₂O-gőznek egy része kondenzálódott, és ezzel megkezdődött a hidroszféra kialakulása. Az ősléggöralkotók (CO₂, CO, H₂O stb.) nagy része azonban eltávozott. Ehhez hasonló folyamat mehetett (-ment) végbe a Marson is, de mivel lényegesen kisebb a gravitációja és a szökési sebessége, az ősléggöralkotók (ősatmoszféra) nagy része eltávozhatott, illetve eltávozott. Ezt a bolygóképződés utolsó szakaszában még erős, illetve gyakori kozmikus becsapódások is (valószínűleg) elősegítették. Ennek ellenére a nagy tömegű H₂O-gőz egy része a Marson is szükségszerűen kondenzálódott, ezzel – viszonylag hosszú idő alatt – kialakult (kialakulhatott) az ősföldihez hasonló, de a maitól teljesen eltérő

hidroszféra. A Marson azonban a kis gravitáció (és egyéb tényezők) miatt a disszipáció lényegesen intenzívebb volt, és tovább folytatódott. Ezáltal a víz mennyisége, valamint a légkör sűrűsége folyamatosan csökkent. (A víz tömegét – többek között – a párolgás mértéke is jelentősen befolyásolhatta.) Valószínű, hogy ez a folyamat ma is folytatódik. A tényleges viszonyok azonban ennél sokkal bonyolultabbak.

A Jupiter típusú bolygók és holdjaik összetételében, felépítésében a H₂O különböző halmazállapotú változatainak – főleg a víznek és a H₂O-jégnek – meghatározó szerepe volt és van. Ezt a témakört Weidinger & Tasnádi (2020) „Víz a légkörben” című cikke foglalta össze. Itt külön kiemelendő – főleg planetológiai szempontból – a nehézhidrogén, a deutérium (D) és a nehézvíz, a deutérium-oxid (D₂O) ismertetése³. A Jupiter típusú bolygók és holdjaik többsége a H₂O-jég mellett – a hőmérséklettől függően – más könnyenillókból + H₂O-ból álló jeget, pl.



összetételű szilárd hidrátokat is tartalmaz. A felsorolt szilárd fázisok (összetevők) részaránya a Naptól való távolsággal növekszik. Az Oorth-féle övezetben keringő kozmikus testekben a lényeges tömeget alkotó H₂O-t valószínűleg különböző szerkezetű – a hőmérséklettől függően négyféle kristály-módosulatú – jég képviselheti. Emellett a felsorolt szilárd hidrátok is jelentős részarányt képviselhetnek.

A víz meghatározó módon befolyásolta (befolyásolja) a Föld fejlődését, a Földön végbement (–végbemenő) folyamatokat. E befolyásoló hatás egyaránt eltér a többi Föld típusú, és a Jupiter típusú bolygókon tapasztaltaktól. Az eltérés egyértelműen a Föld szerkezetével, összetételével, főleg a nikkeltartalmú vasmagban végbemenő folyamatokkal, azok széleskörű hatásával magyarázható. A Föld vasmagja eredetileg – valószínűleg túlnyomó részben – olvadék (amorf), azaz instabil állapotú volt. A kozmikus becsapódások ritkulásával, ebből adódóan a „hőutánpótlás” csökkenésével megkezdődött a vasmag folyamatos kristályosodása, ami – mint exoterm folyamat – hőfelszabadulást eredményezett, illetve eredményez. Ez a hő a mag és az alsóköpeny (a mezoszféra) határán 2891–2741 km mélységközben bonyolult összetételű – olvadékot is tartalmazó – ún. „D”-övben felhalmozódott (felhalmozódik), majd egy meghatározott hőmérsékleten kitört (kitör). A hőáramok a felsőköpenyben (a felső-asztenoszférában) pontosabban az 1–6% (parciális) olvadékot (magmaóceán-maradékot) is tartalmazó Gutenberg-csatornában (az asztenoszféra felső részében, a litoszféra alatt) a nyomástól (mélységtől), a hőmérsékletnövekedéstől, valamint az ásványi (-kémiai) összetételtől függően tovább növelték az olvadék részarányát. Ezáltal a Gutenberg-csatorna felsőbb szintjeiben jelentős tömegű bázisos magmát hoztak (hoznak) létre. Ezzel a nyomás is megnövekedett, ami a sorozatosan feltörő (meleg anyagot is szállító) hőáramokkal együtt a litoszférában hasadékképződést, ezáltal magmás – főleg – vulkáni tevékenységet eredményeztek (eredményeznek). A hőáram-sorozatok ismétlődésével különböző áramlási rendszerek alakultak ki.

A hasadékok („rift”-ek) tágultak, ezzel párhuzamosan a mag–köpeny határáról induló nagy áramlási rendszerek a kialakulóban lévő lemezeket egymással ellentétes irányba mozgatták („szétsodródás, szétnyílás” → spreading), a vulkáni kitörésekkel pedig kialakultak a hátságok,

³ A nehézvíznek – mivel neutronlassító tulajdonságú – az atomerőművek egyik típusában alapvető szerepe van (Balázs, 1996) vagy töltött be. Érdekességként megemlítjük, hogy ezért szállta meg Németország 1940. április 9-én az akkor már nehézvizet gyártó Norvégiát. A Heisenberg által 1920-ban megjósolt nehézhidrogént Urey, H.-C. amerikai vegyész mutatta ki és állította elő 1933-ban – ezt jutalmazták 1934-ben Nobel-díjjal. A hidrogénizotópot Urey nevezte el deutériumnak – azaz kétszeresnek –, mivel egy protont és egy neutronot tartalmaz (ezért kétszeres).

valamint a vízzel elöntött lemezek. Ezzel párhuzamosan megjelentek, illetve létrejöttek a szárazföldek, a kontinentális területek. Mindezek az éghajlatra is jelentős hatással voltak (és vannak).

A szétsodródás (spreading), illetve a két ellentétes irányban mozgó lemezrész közötti távolság növekedése, valamint a mozgató hatás folytatódása szubdukciót eredményez. A lebukás mélységi szintje változó, a földrengéshullámok hipocentruma szerint ~200–670 km között ingadozik⁴. (A legmélyebb hipocentrum az asztenoszféra és a mezoszféra határán van.) A mélység növekedésével azonban a lemezek egyre nagyobb része olvad meg, ennek hatására, valamint a nyomás következtében folyamatosan töredeznek, és csökken a tömegük.

Az óceáni litoszféra szubdukciójával jelentős mennyiségű víz – és részben üledék – került (kerül) az asztenoszféra felsőbb részeibe. Mintegy 100 km-es mélységben azonban, adott hőmérsékleten, megkezdődött (megkezdődik) a szubdukálódó litoszféralemez kéregrészenek a dehidratációja, ami a felmelegedett vízzel, illetve a H₂O-gőzzel együtt az üledéket (esetleg üledékes kőzetet?) is tartalmazó lemezrész részleges megolvadását, ezáltal a mélység növekedésével egyre bázisosabb összetételű magmaképződést, és ezzel összefüggő (ennek megfelelő) vulkanizmust eredményez. A valódi vulkáni szigetívek szubdukciós eredetűek. A szubdukció folyamán a Föld mélyebb öveibe (az asztenoszférába) lényegesen több víz került mint azt korábban gondolták (Cai et al., 2018).

A kontinensperemi, vagy a kontinenshez közeli szubdukció esetén plutonizmus is kialakulhat, amelyhez pegmatitos, pneumatolitos és hidrotermális (pl. ércképző) folyamatok is kapcsolódhatnak. A szubdukcióval és a konvekcióval kapcsolatban leírt jelenségek, változó intenzitással, a vasmag teljes kristályosodásáig folytatódnak, ezt követően az áramlások csökkennek, és a különböző hőhatások leállása után lassan megszűnnek. (A Föld vonatkozásában ettől még nagyon messze vagyunk.)

A Mars viszonylag kis tömegű vasmagjának a kristályosodásakor felszabadult hő nem hozhatott létre a földihez hasonló áramlási rendszereket. Például lemezszétnyílás, szubdukció, mindezekkel összefüggő lemeztektonika – ami a Föld fejlődését alapvetően meghatározta – nem alakulhatott ki. Mélységi magmás és vulkáni folyamatok, kitörések azonban voltak. A vulkánok anyagát főleg „forrópont”-vulkanizmusok (hot spot-ok) és kisebb hasadékok szolgáltatták (szolgáltatathatták). Utómagmás, hidrotermás folyamatokra utaló jeleket nem ismerünk.

A földtörténeti előzményeknek, s így bolygónk vízkészletének meghatározó szerepe van a Föld ma is tartó fejlődésében, változásában, s ez megmarad az eljövendő korokban is. Víz nélkül nem alakult volna ki a Földön a tartós élet, a pedoszféra és a bioszféra. A mai „modern” korban azonban egyre növekvő mértékben szennyezik vizeinket, főleg a tengereket, óceánokat és ezzel a tengeri állatok életét is veszélyeztetik. (Egyes állatfajok ugyanis a szennyezőket, például a műanyagokat, a szaguk alapján táplálékként értékelik, ezért elfogyasztják, ami többnyire az elpusztulásukat okozza.)

A vízszennyezés azonban a szárazföldön is egyre gyakoribb, esetenként már az édesvizekre és az ivóvízre is kiterjed. Részben ebből adódó ivóvízhiány egyes területeken már az emberek egészséges életmódját is veszélyezteti. Ezért is fontos a víz tisztaságának egyre intenzívebbnek látszó védelme, és a figyelem felhívása a vízvédelem szükségességére. Reméljük, hogy ehhez – legalábbis némileg – a Geonómiai és Planetológiai Albizottság vízzel kapcsolatos rendezvényei (konferenciái), és e kiadványban, valamint részben a korábbiakban,

⁴ Egyes területeken – főleg ismétlődő földrengések esetén 670 km-nél nagyobb mélységű hipocentrumot is észleltek. Például két szubdukálódó óceáni litoszféra földrengései hipocentrumának maximális mélysége: Nasca → Dél-Amerika 700 km; Indiai-óceáni lemez → Szumátra-Jáva 730 km.

megjelent tanulmányok is hozzájárulnak (összekötve a planetológia alaptudományát a mai élet kérdéseivel, kihívásaival).

Hivatkozások

- Balázs, L., 1996: A kémia története I-II. Nemzeti Tankönyvkiadó, 1075p. ISBN: 963-18-7344-7
- Báldi, T., 1978: A történeti Földtan alapjai. Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, 308p. ISBN: 963-17-3169-3
- Bérczi, Sz., 2020: A víz és a jég szerepe a csillagoktól a bolygótestekig tartó planetáris fejlődés eseményláncban. *Egyetemi Meteorológiai Füzetek*, 32 (Szerk.: Weidinger, T.): 37–57. (Jelen kiadványban.)
- Brassói Fuchs, H., Gábos, L., Imreh, J., Köblös, A., 1983: Geológiai kislexikon. Kriterion Könyvkiadó, Bukarest, 638p.
- Cai, C., Wiens, D.A., Shen, W., Eimer, M., 2018: Water input into the Mariana subduction zone estimated from ocean-bottom seismic data. *Nature*, 563: 389–392.
<https://doi.org/10.1038/s41586-018-0655-4>
- Fülek, Gy., 2017: Az elsődleges talajtakaró kialakulásának feltételei és folyamata a Földön. *Egyetemi Meteorológiai Füzetek*, 28 (Szerk.: Kubovics, I., Póka, T., Weidinger, T.): 170–183. <http://nimbus.elte.hu/oktatas/metfuzet/EMF028/EMF28.pdf>
- Kubovics, I., 2008: Általános közettan. A földkövek közettana. Budapest, Mundus Könyvkiadó, 655p. ISBN 978-963-9501-47-8
- Kubovics, I., Póka, T., Weidinger, T. (szerkesztők), 2017: A talajtakaró geonómiája – A pedoszféra mint a Föld sajátos fázisátára. Az MTA X. Földtudományok Osztálya, Geokémiai, Ásvány- és Közettani Tudományos Bizottság Geonómiai és Planetológiai Albizottságának a konferenciája. 2013. szeptember 26–27. Budapest. *Egyetemi Meteorológiai Füzetek*, 28, 285p.
<http://nimbus.elte.hu/oktatas/metfuzet/EMF028/EMF28.pdf>
- Magyar értelmező kéziszótár, 2000: Könyvmíves Könyvkiadó, 527p. ISBN 963-9262-68-4
- Murthy, V.R., Hall, H.T., 1970: The chemical composition of the Earth's core: Possibility of sulphur in the core. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 2(4): 276–282.
[https://doi.org/10.1016/0031-9201\(70\)90014-2](https://doi.org/10.1016/0031-9201(70)90014-2)
- Murthy, V.R., Hall, H.T., 1972: The origin and chemical composition of the earth's core. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 6(1–3): 123–130.
[https://doi.org/10.1016/0031-9201\(72\)90043-X](https://doi.org/10.1016/0031-9201(72)90043-X)
- O. Nagy, J., Juhász, J., Szőke, I. (szerkesztők), 2005: Magyar értelmező kéziszótár. Akadémiai Kiadó, 1550p. ISBN: 963-05-4050-9
- Új magyar lexikon, 1969: 1–6 kötet. Akadémiai Kiadó, 3300p.
- Tasnádi, P., Weidinger, T., 2020: A víz különleges tulajdonságai. *Egyetemi Meteorológiai Füzetek*, 32 (Szerk.: Weidinger, T.): 16–36. (Jelen kiadványban.)
- Várallyay, Gy., 2017a: A víz szerepe a talaj anyag-és energiaforgalmi folyamataiban (képződés, átalakulás, degradáció). *Egyetemi Meteorológiai Füzetek*, 28 (Szerk.: Kubovics, I., Póka, T., Weidinger, T.): 21–40.
<http://nimbus.elte.hu/oktatas/metfuzet/EMF028/EMF28.pdf>
- Várallyay, Gy., 2017b: A szélsőséges vízháztartási helyzetek(árvíz, belvíz –aszály) talajtani okai és következményei. *Egyetemi Meteorológiai Füzetek*, 28 (Szerk.: Kubovics, I., Póka, T., Weidinger, T.): 41–60. <http://nimbus.elte.hu/oktatas/metfuzet/EMF028/EMF28.pdf>
- Vojtkевич, G.V., Zakrutkin, V.V., 1976: Osnovy geohimii. Moszkva, 368p. (In Russian), ASIN : B0722J96QB

Weidinger, T., Tasnádi, P., 2020: Víz a légkörben. Egyetemi Meteorológiai Füzetek, 32 (Szerk.: Weidinger, T.): 81–104. (Jelen kiadványban.)

*Wiik, H.B., 1956: The chemical composition of some stony meteorites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 9(5–6): 279–289. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(56\)90028-X](https://doi.org/10.1016/0016-7037(56)90028-X)*