

FÖLDÜNK TÖRTÉNETE

**ÍRTA
BOGSCH LÁSZLÓ**

**BUDAPEST 1943
KIADJA A MAGYAR SZEMLE TÁRSASÁG**

TARTALOM

1. BEVEZETÉS.

2. A FÖLD KELETKEZÉSE.

3. A FÖLD TÖRTENETÉNEK KORBEOSZTÁSA.

4. A FÖLD KORA.

5. AZ ŐSKOR.

6. A HAJNALKOR.

7. AZ ÓKOR.

a) A kambrium.

b) A szilur.

c) A devon.

d) A karbon.

e) A perm.

8. A KÖZÉPKOR.

a) A triasz.

b) A jura.

c) A kréta.

9. AZ ÚJKOR.

a) A harmadkor.

b) A negyedkor.

BIBLIOGRÁFIA

1. BEVEZETÉS.

A végtelen kicsi s a végtelen nagy csodálatos összhangban egyesül az örök természetben. Parányi kis élőlények milliárdjai népesítik be Földünket, a végtelen nagy világmindenségnek ezt a bolygóját. Hiába tekintünk vágyó szemmel a tiszta égbolt ragyogó csillagaira: mérhetetlen, véges elménk számára szinte fölfoghatatlan távolságból küldik felénk sápadt fényüket. Idő kell hozzá, míg beláthatjuk, hogy a nagy világmindenségnek egyik kis jelentéktelen bolygóján élünk. De ez a bolygó, a Föld, a mi otthonunk s míg élünk, nem hagyhatjuk itt ezt a lakóhelyet. Kötve vagyunk hozzá, nincs innen szabadulás! Távolba vágyó pillantásunkat vessük hát a Földre s próbáljuk megérteni legalább ennek az égitestnek sok-sok csodáját. Hiszen a Földdel kapcsolatban is olyan távlatokkal ismerkedünk meg, amelyek a végtelenség félelmetes érzését keltik föl bennünk. Ha a Föld történetét vizsgáljuk, egyszerre csak azt látjuk, hogy az év elveszti számunkra jelentőségét. Évszázadzredekkel és évmilliókkal kell mérnünk a Föld évmilliárdos történetének egyes szakaszait. Évmilliárdok elképzelhetetlenül hosszú idején keresztül folyt az az állandó fejlődés, mely a ködös és bizonytalan múltból átvezet a mába. Folytonos mozgás, örök változás, fokozatos tökéletesedés jellemzi ezt a fejlődést. Honnan jöttünk, hová megyünk? Ezek azok a kérdések, amelyek mindnyájunk lelke mélyén ott lappanganak, ha a Föld és az élet történetéről hallunk.

2. A FÖLD KELETKEZÉSE.

Nemcsak a mai emberben él a vágy, hogy megismerje a Föld keletkezését. Ott bujkált ez az izgalmas kérdés már a régi idők emberének lelkében is. A választ rendesen a mithosz adta meg. Ismerjük jól a bibliai teremtéstörténetet, amelyről nyugodtan állíthatjuk mai tudásunk szerint is, hogy a legtökéletesebb teremtéstörténet a maga nemében. A mai tudomány részletebben s inkább a tudomány nyelvének megfelelően igyekszik magyarázatot adni a Föld keletkezésére. Persze ezek a magyarázatok ma még valamennyien inkább csak elméletek, hiszen biztos tudásunk még most sincs a Föld keletkezéséről, kialakulásáról.

A Föld keletkezését magyarázó elméleteket két csoportra oszthatjuk. Vannak olyanok, melyek a Föld kialakulását csak a naprendszerünkön belüli erőkkel magyarázzák s vannak olyanok, melyek a mi naprendszerünkön kívüli erőket is föltételeznek ennek a folyamatnak a lejátszódásánál.

A legáltalánosabban elfogadott elmélet a Föld keletkezésére vonatkozólag idestova 2 évszázados multra tekinthet vissza. 1755-ben ugyanis a híres königsbergi bölcsele, Kant Immanuel állított föl egy elméletet. Tőle teljesen függetlenül 1796-ban de Laplace Pierre Simon, párisi matematikus szintén hasonló eredményre jutott. Ezt az elméletet a tudomány azóta Kant-Laplace-féle elmélet néven ismeri. E szerint a kezdeti állapot rendezetlen ösköd, chaosz volt. Idők folyamán, ennek a rendezetlen ködtömegnek az állandó mozgása, forgása következtében kialakult a planetáris köd. Ezt követte a spirális ködállapot. Mindezeket a ködformákat ma is ismerik a csillagászok. Így alakult ki lassanként az ősnap. Az ősnap a fokozatos lehülés és összehúzódás következtében egyre sűrűbb gázgömbbé lett. Ebből a gázgömbből az egyenlítő mentén egymás után több gyűrű vált le. Ilyen gyűrűleválást ma is ismerünk naprendszerünk egyik bolygóján, a Saturnuson. A Saturnus képe mindnyájunk előtt jól ismert. A levált gyűrűk azután mind jobban lehültek, összesűrűsödtek s végül is bolygókká alakultak. A mi naprendszerünkben 9 bolygó ismeretes. A Naphoz legközelebb van a Merkúr, azután következik a Venus, majd a Föld és sorban a Mars, Jupiter, Saturnus, Uranusz, Neptunus és a legkülső, legutoljára fölfedezett bolygó, a Plutó. Mindezen bolygók együttes tömegét a Nap tömege 750-szer mulja felül. A Nap és Föld között óriási nagyságbeli különbségek vannak. A Nap köbtartalma 1,300.000-szer nagyobb, mint a Földé, tömegéből pedig 333.000 Föld tellenék ki. Elképesztően nagy arányok ezek!

A bolygók tömege azután hasonló folyamaton ment keresztül, mint maga a Nap. Ezekről is leváltak egyenlítői gyűrűk, amikből a bolygók holdjai keletkeztek. A mi Holdunk tömege 81-szer kisebb a Föld tömegénél.

Plateau belga kutató egyébként érdekes kísérlettel szemlélteti, hogy hogyan válnak le az egyenlítői gyűrűk a forgó tömegekről. Alkohol és víz keverékébe, melynek fajsúlya pontosan egyezik az olivaolaj fajsúlyával, nagy csöpp olivaolajat helyez egy függőleges tengelyre. Ha a tengelyt forgatjuk, a gömbalakú csöpp először ellapul a sarkokon és az egyenlítő mentén kipúposodik. A forgás gyorsulásával az egyenlítőről gyűrű válik le, mely eleinte tovább folytatja forgását, majd darabokra szakad s az egyes darabok ismét gömbökké alakulnak. Ez a kísérlet persze csak mint szemléltetés bír jelentőséggel, mert hiszen a Föld születésénél egészen más erők játszottak szerepet.

Látjuk tehát, hogy a Kant-Laplace-féle elmélet szerint Földünk tömege a többi bolygóval együtt a Napból származik.

A modernebb elméletek a naprendszeren kívüli erők közreműködését is feltételezik a Föld kialakításában. Ezek közül Chamberlain és Moulton planetezimál elméletét és Jeans és Jeffreys szökőár elméletét kell főlemlítenünk. A planetezimál elmélet szerint az ősnap közelében egy csillag haladt el. Ennek hatására gázrészek váltak le az ősnaphból, melyek nagyon gyorsan lehültek és apró, szilárd halmazállapotú bolygócskáként viselkedő tömegekké sűrűsödtek. Ezek az apró kis bolygócskák a planetezimálok. Az egyes bolygók azután a planetezimálok csoportosulásából keletkeztek s így jött létre a mi bolygónk, a Föld is. Ezen elmélet szerint a bolygók már születésük pillanatában szilárd halmazállapotú testek.

A szökőár elmélet ugyancsak abból indul ki, hogy az ősnaphoz olyan közel haladt el egy idegen csillag, hogy az ősnap tömegéből, valóságos szökőárszerűen, nagyobb gáztömeg vált le. Az idegen csillag vonzása következtében ugyanis az ősnap egyik részén kidudorodás jött létre, az egész tömeg lassanként citrom, majd körte alakot öltött s végül tekintélyes gáztömeg szakadt le. Ez a tömeg, ugyancsak az ősnap közelében elhaladó csillag hatására azután darabokra szakadozott és az egyes darabokból alakultak ki egymásután a bolygók.

Mindkét utóbb tárgyalt elmélet rendkívül szellemes és sok érdekes szempontot vet föl, a kutatók nagyobb táborában azonban mindmáig inkább a Kant-Laplace-féle elmélet alapján magyarázza a Föld keletkezését.

Eljutottunk tehát a Föld fejlődéstörténetében addig a pontig, hogy a Föld tömege az ősnaphból kivált. A Kant-Laplace-féle elmélet értelmében ez a tömeg izzó gázból állott. A világmindenségben azonban érvényes a régi herakleitosi „panta rhei” elv, minden folyik, minden mozog. Ez a folytonos mozgás hozza magával a folytonos fejlődést, az egyre tökéletesebbnek a kialakulását, vagyis másszóval az evolúciót. Kober szerint a folytonos mozgás és fejlődés, az evolúció az alaptétele mindennek a világmindenségben.

Az ősnaphból levált tömeg, amelyből azután Földünk kialakult, szintén ennek az alaptételnek az érvényessége, törvénye alatt állott. A mozgó, forgó, fejlődő tömeg fokozatosan vesztett hőmérsékletéből, egyre jobban sűrűsödött. Az izzó gáztömeg lassacskán cseppfolyós halmazállapotú tömeggé lett. A Föld ebben a korban még csillagkorát élte, saját fénye volt. Eleinte sárgán izzó csillagnak láttuk volna a Földünket, ha más bolygóról nézhettük volna. A sárga izzás fokozatosan gyöngült s lassan átment a vörös izzásba. A fokozatos, állandó lehűlés következtében azután a Föld tömegének külső része lassanként annyira lehült, hogy megszilárdult és vékony páncélként borította a belül még izzón folyós tömeget. Ám a vékony páncél még gyöngye volt: sokszor törte át a belső, izzón folyós anyag. S ilyenkor újra fellángolt a Föld, fényét, amely az első szilárd kéreg kialakulására megszűnt, ismét kiszórta a világmindenségbe. De minden ilyen kitörés csak arra volt jó, hogy a vékony, gyöngye páncél annál inkább erősödjék, vastagodjék. Hiszen a felületre tört izzó anyag csakhamar kihült, megszilárdult s ezzel a páncél, a Föld külső, immár szilárd kérgé állandóan vastagodott. A szilárd kéreg kialakításával ért véget a Föld e csillagkora. Ennek a csillagkornak a Földjét nevezi Kober eogeának (eós = hajnal, gé = föld).

Az eogeának a fejlődése tisztán anyagi természetű, itt tehát a materiális evolúció ment végbe. A Föld csillagkora után kezdődik az a fejlődés, amely már szűkebb értelemben tartozik a földtörténet keretébe. Mert a tisztán materiális evolúciót átélő eogea tanulmányozása, illetőleg az akkori állapotok vázolása szigorúan véve nem tartozik a földtannak, a geológiának a tárgykörébe.

3. A FÖLD TÖRTENETÉNEK KORBEOSZTÁSA.

A földtan a szilárd kéreg kialakulásától napjainkig eltelt időt időcsoportokra, korszakokra osztja. Bár a földtan a Föld történetének mozzanatait igyekszik élénk állítani, mégsem dolgozhatik évszámokkal úgy, amint azt a történelem teszi. Az éveknek olyan mérhetetlenül hosszú sora telt el azóta, hogy az első szilárd kéreg kialakult, hogy pontos, évszámokon alapuló korbeosztást adni teljességgel lehetetlen. Mint látni fogjuk, sok kísérlet történt már ebben az irányban is, de megnyugtató módon még mindig nem sikerült feleletet adni. Ám a földtörténettel foglalkozó kutatónak nincs is szüksége az abszolút időszámításra, mert megelégszik az események relatív sorrendjének tisztázásával is. Így a különböző földtörténeti jelenségek, egyes állatfajoknak vagy állatcsoportoknak a Föld történetében való föllépése vagy pedig bizonyos jellemző állatfajoknak vagy állatcsoportoknak a Föld színéről való kipusztulása alapján állították föl az idők folyamán azt a földtörténeti korbeosztást, amely öt nagy földtörténeti időcsoportra osztja az évek milliárdjait a Föld első szilárd kérgének kialakulásától napjainkig. Ez az öt időcsoport az őskor (archaikum), hajnalkor (eozoikum), ókor (paleozoikum), középkor (mezozoikum) és újkor (kainozoikum). Ezek az időcsoportok azután további részletes beosztást nyertek s így ma a következő korszakokat különböztetjük meg Földünk történetében:

A földtörténeti korbeosztás táblázata.

Újkor (Kainozoikum)	Negyedkor (Quarter)		Holocén (Alluvium)
			Pleisztocén (Diluvium)
	Harmadkor (Tercier)	Újharmadkor (Neogén)	Pliocén
			Miocén
		Óharmadkor (Paleogén)	Oligocén
			Eocén
			Paleocén
Középkor (Mezozoikum)	Kréta		
	Jura		
	Triász		
Ókor (Paleozoikum)	Perm		
	Karbon		
	Devon		
	Szilur		
	Kambrium		
Hajnalkor (Eozoikum)			
Őskor (Archaikum)			

Persze az egyes korszakok és még kevésbé az egyes időcsoportok nem jelentenek azonos időtartamot: nagyon is eltérő az egyes időcsoportok és ezen belül a korszakok években kifejezhető hossza. Nem mondunk egyelőre még itt sem évszámokat, csak hasonlattal élünk, amit Gheyselincknek A nyughatatlan Föld c. munkájából veszünk. Gheyselinck úgy igyekszik szemléltetni a különböző földtörténeti korok viszonylagos hosszát, hogy egy teljes napig, azaz 24 óra hosszat tartó filmelőadáshoz hasonlítja a Föld történetét. Ha tehát az egész földtörténeti idő alatt végbement eseményeket filmre vettük volna s ennek a filmnek az előadása pontosan 24 óra hosszat tartana, akkor, ha az előadást az éjféli óraütésre kezdenénk, még délben is csak a hajnalkor történeténél tartanánk. Körülbelül fél egykor kezdődne az ókor története, amely azután este fél kilencig töltené ki az előadást. Fél kilenctől kb. negyed tizenkettőig peregne le előttünk a középkor története, míg az újkorra csak az utolsó háromnegyed óra esik. Ebből a negyedkorra az utolsó két perc s az emberiség egész történelmi idejére mindössze ennek a két percnél utolsó öt másodperce jut!

4. A FÖLD KORA.

Mint láttuk, a földtan mindmáig csak viszonylagos kormegállapítással dolgozik. A viszonylagos kormegállapítás csak annyit mond, hogy ez vagy az a földtani képződmény a másikinál annyi meg annyi korszakkal hamarabb vagy később jött létre. Természetes azonban, hogy már régen fölmerült a vágy az ember lelkében, hogy abszolút idővel mérve, évekkel kifejezve állapíthassa meg, mikor ment végbe valamelyik földtörténeti esemény. A Föld és az élet történetét kutató bűvár joggal szeretné tudni, hogy az egyes történések között milyen hosszú idő, hány esztendő telt el. S a nem szakember lelkében talán még égetőbben merül föl a vágy, ha valamilyen érdekes ősmaradvány kerül szeme elé, hogy megtudja, „hány ezer éves” lelettel van dolga? Hányszor intéznek ilyen kérdést a geológushoz! S a felelet ilyenkor rendszerint az, hogy az illető maradvány kora nem igen mérhető ezer évekkel, inkább évmilliókkal lehetne ezt kifejezni. Azonban pontosan bizony nem tudunk erre a nagyon is gyakori - s valljuk be, jogos - kérdésre felelni. A Föld története emberi elme számára elképzelhetetlenül hosszú évmilliókat, évmilliárdokat foglal magában. Évmilliárdok története: mozgás, folytonos előbbrehaladás, fokozatos fejlődés. Valóban megrázóan nagy érzés!

A bibliai felfogás szerint Földünk mintegy hatezer éves. Már a XVII. sz. vége és a XVIII. sz. eleje felé találkozunk az első kísérlettel, amelyik földtörténeti esemény történéseit évszámmal szeretné rögzíteni. Whiston W. angol tudós (1666-1753) kiszámította, hogy a vízözön egy 2365 évvel ezelőtt november 18-án a Föld közelébe került üstökös hatására jött létre. A XVIII. sz. vége felé pedig, 1778-ban, a híres francia kutató, Buffon (1707-1788), izzó vasgolyóval végzett kísérletei alapján kiszámította, hogy a Föld izzón folyós állapota 2936 évig tartott, azóta pedig koráig 74.000 esztendő mult el.

A módszerek egész sorát próbálták azután sorompóba állítani, hogy a Föld korát kiszámíthassák. A legegyszerűbb módszer az volt, amelyik az üledékek vastagságából akart következtetni a Föld korára. Ezt oly módon vélték keresztülvihetőnek, hogy igyekeztek a földtörténeti korok képződményeinek teljes vastagságát megállapítani. A következő lépés aztán annak a vizsgálata volt, hogy hasonló természetű üledékek manapság milyen hosszú idő alatt képződnek. Bennünket, magyarokat, közelebbről érdekelhet talán az a számítás, amelyik a pécsvidéki széntelepek keletkezésére vonatkozik. 1898-ban ugyanis Kleidorfer Ferenc végzett számításokat arra vonatkozólag, hogy a pécsvidéki széntelepek képződéséhez hány esztendő volt szükséges. Ha a közönséges tőzeget térfogatának 40%-ára nyomjuk össze, akkor annak fajsúlya kb. megegyezik a pécsi szén fajsúlyával. Rolle azt számította ki, hogy a 2,5 m vastag tőzegtelep (ami tehát egy m vastag pécsi széntelepnek felel meg), 769 év alatt keletkezik. Kleidorfer szerint a széntelepek közti üledékek 1 m vastagságú rétegének képződéséhez 465 évre van szükség. Így Kleidorfer számítása a következő volt:

750 m	vastag meddő m-ként	465 évvel számítva	348.750 év
50 m	" szén "	769 " "	38.450 év
összesen			387.200 év

adódik ki a pécsi széntelep képződési idejére.

A híres solnhofeni litográf-palák 25 m vastag rétegsorának rétegezési idejéül 500 évet számítottak ki. Az egész jurakorszakra hasonló számítással itt már csak 100.000 esztendő adódott ki. Ezzel szemben maga az alsójura a pécsi széntelepen végzett számítás szerint, mint fentebb láttuk, csaknem 400.000 évet tett ki. Ismét más számítás alapján azonban a jura időtartamára 3 millió év adódik ki.

Mint látjuk, a rétegvastagságok alapján végzett számítások nagyon eltérő eredményekhez vezetnek. Ezen nem is csodálkozhatunk különösebben, ha meggondoljuk, hogy egészen más mennyiségű közettömeg rakódik le pl. a Fekete-tengerben a Duna deltájának a közelében, mint, mondjuk, a sarki tengerekben, így tehát ez a számítás nem is vezethet pontos eredményre.

Kísérleteztek aztán más számításokkal is. Így pontos időszámításokat igyekeztek végezni a Niagara-vízesés romboló munkájának alapján. A Niagara-vízesésnél ugyanis megfigyelhető, hogy a vízesés évenként 1.37 m-nyit hátrál, azaz ennyit rombol le évenként a folyó medréből. Ezen az alapon számítva, ha még figyelembe vesszük azt is, hogy ez a romboló munka évről-évre fokozatosan erősödik, mintegy 30.000 esztendő adódott ki a Niagara-vízesés kialakulására.

A Föld korát, illetőleg az óceánok korát megpróbálták az óceánok sótartalmából is kiszámítani. Ez a módszer abból a föltevésből indult ki, hogy az ősóceán eredetileg nem volt sós víz s így, ha meghatározzuk, hogy most mekkora sómennyiség kerül bele az óceánok vizébe, akkor az aktualizmus principiumát, a maiság elvét alkalmazva kiszámíthatjuk ebből az óceán korát. 1899-ben Joly végezte az első erre vonatkozó számítást, amelynek eredményeül a Föld korára 90 millió esztendőt nyert. 30 évvel később, 1929-ben újabb számításokat végeztek ezen az alapon, de ezek a Föld korát már jóval többnek, 400-600 millió évnél találták.

Mondanunk sem kell, hogy ez a módszer is már csírájában tökéletlennek bizonyult. Először is valószínű, hogy már az ősóceán vize is sós volt, másodszor pedig teljességgel lehetetlen a folyók mai sószállításából következtetni a földtörténeti múlt hasonló folyamataira.

Aránylag nagyon pontos időszámításokat lehetett csillagászati úton végezni. A szerb Milanovics vezette be ezt a módszert, amelyet nálunk Bacsák György tökéletesített és alkalmazott nagy sikerrel. Számításaikkal az utolsó 1,000.000 év eljegesedési időszakait tudták évszerűen meghatározni. Ezzel a pleisztocén évszámokban kifejezhető beosztását lehetővé tették. Sajnos, a régebbi földtörténeti korokra vonatkozólag eddig nem sikerült még ezzel a módszerrel sem megnyugtató eredményekhez jutni.

Újabb időben aztán az „urán-óra” látszik kielégítő eredményt nyújtani. Ez azon az elven alapul, hogy az uránból rádióaktív sugárzás következtében, miközben hélium szabadul föl, végül is uránólom keletkezik. Minthogy a bomlási idő állandó s valószínűleg egyáltalában nem lehet befolyásolni, föltehető, hogy a földtörténeti múltban is hasonló sebességgel ment végbe a bomlás. Így ha valamilyen urántartalmú kőzetben héliumot és uránólomot találunk, akkor ezek mennyiségeinek a még el nem bomlott urán mennyiségéhez való viszonyából és a bomlási sebességből kiszámíthatjuk az illető kőzetnek a korát s ezt évszámokban kifejezhetjük. Ilyen módszerrel sokkal nagyobb számokat nyertünk már, mint az eddigi kísérletezésekkel. Holmes a Föld korát 3,200,000.000 évre becsülte ilyen alapon. Azóta azonban Franz újabb számításokat végzett s arra a megállapításra jutott, hogy a Föld kora 35 milliárd évre tehető.

Látjuk tehát, hogy az évszámokkal való kormeghatározás ezidő szerint még gyermekkorát éli s nincs abban a fokozatban, hogy vele valóban pontos adatokat nyerjünk. Így tehát a földtan egyelőre nem is használja ezeket az évszámokat s mindaddig, amíg az évszámítás nem helyezhető biztosabb alapokra, megelégszik a viszonylagos kormeghatározással.

Hogy mennyire nem állanak még biztos alapon a Föld korára vonatkozó számításaink, azt talán akkor látjuk legvilágosabban, ha néhány neves kutatónak az eredményét egymással szembeállítjuk.

Lord Kelvin	szerint	a	Föld	kora	20,000.000	év
Kövesligethy	"	"	"	"	20,000.000	év
Dana	"	"	"	"	48,000.000	év
De Lapparent	"	"	"	"	70,000.000	év
Joly	"	"	"	"	90,000.000	év
Croll	"	"	"	"	100,000.000	év
Lyell	"	"	"	"	240,000.000	év
Wallace	"	"	"	"	500,000.000	év
Geikie	"	"	"	"	100-680,000.000	év
Holmes	"	"	"	"	3,200,000.000	év
Franz	"	"	"	"	35,000,000.000	év

5. AZ ŐSKOR.

A szilárd kéreg kialakulásáig jutottunk el a Föld fejlődésében. Ezzel a mozzanattal kezdődik a földtani értelemben vett földtörténet. A földtörténetnek ezt a legrégebb időszakát őskornak, archaikumnak nevezzük. Ebben az időben is tovább folyik a folytonos fejlődés, a fokozatos tökéletesedés, az evolúció. Ezt az evolúciót is éppen úgy azok az erők szabják meg, amelyeket a Föld részben a Naprendszerből, részben pedig önmagából merít, mint az eogeának a fejlődését. Az őskor az óceán nélküli idősakkal kezdődik. A Föld szilárd kérge ugyan már kialakult, de a hőmérséklet még mindig olyan magas volt, hogy a víz alkotórészei gázok alakjában léteztek csak. Az első vízcsepp csak akkor hullhatott a Földre, amikor a hőmérséklet a víz kritikus hőfoka, vagyis 364°C . alá szállott. Ekkor alakulhatott csak ki az első ósóceán is. Az ósóceánnal kapcsolatban fölmerült az a kérdés, hogy vajon ennek vize már kezdettől fogva sós volt-e. Egyes kutatók fölfogása szerint ugyanis a víz lecsapódását 900°C . feletti hőmérsékleten már megelőzte a só lecsapódása: a sóözön. Mikor tehát az ósóceán kialakult, akkor feloldotta a már előzőleg lecsapódott sót s így már az első óceán vize is sós volt. Egy másik fölfogás szerint viszont az ósóceán vize édes víz volt s csak idők folyamán szállították belé a sótartalmat a folyók. Ma általában az a földbúvárok legnagyobb részének a fölfogása, hogy akár volt sóözön, akár nem (ez az utóbbi a valószínűbb), az ósóceán már a mai sómennyiségnek legalább is tekintélyes részét magával hozta. A szilárd kérgen tehát kialakult az első - minden valószínűség szerint sós - óceán. De ennek vizében még nem mozgott élőlény: kihalt, életnélküli volt az első óceán vize. Hiszen ilyen magas hőmérséklet mellett nem is lehetett benne élet. Az élet a Földön csak akkor indulhatott meg, amikor a hőmérséklet már 100°C alá süllyedt. A Yellowstone-park forróvizű gejzírijeiben ugyanis ismerünk 85°C -os hőmérsékletű vízben élő moszatokat is. Így föltételezhetjük, hogy az élet számára az első lehetőség akkor adódott a Földön, amikor a hőmérséklet a 100°C alá jutott.

Élet! Az élet megjelenése a Földön a materiális evolúció után a Föld történetének újabb fejezetét nyitja meg; megindul az állati élet fejlődése, vagyis az animális evolúció.

Az élet megjelenése a Földön a legcsodásabb jelenségek egyike. Új irányzat indul meg ezzel a Föld fejlődésében. Hogy hogyan keletkezett az élet a Földön, hol, hogyan és mikor jelent meg az első élőlény a Földön, ez olyan kérdés, amire a választ csak sejtésünk, de nem tudásunk adhatja meg. Ez talán az a kérdés, mely a természetvizsgálók előtt örök rejtély marad.

Vannak kutatók, akik azt állítják, hogy más égitestről került hozzánk a meteorokkal együtt az élet első csírája. Más fölfogás szerint az első élőlények oly végtelenül kicsinyek voltak, hogy a napsugár nyomása hozta őket a világmindenségből Földünkre. Ez a híres panspermia-elmélet. Akár egyik, akár másik fölfogást tesszük magunkévá, mégsem kaptunk választ a kérdés lényegére, hogyan és hol jött hát létre az első élő sejt. A legáltalánosabban elfogadott föltevés szerint a földi élet bölcsője maga a Föld. Itt jött létre valahogy a földi élet első csírája, amely minden bizonnyal baktérium féle alak lehetett. Hogy vajon egyféle alakok jöttek-e létre, vagy pedig különféle formák alkották az első élőlények világát, ezt a kérdést még nem sikerült megoldani. Ma általában az a nézet kezd tért hódítani, hogy már kezdetben többféle élőlény lépett föl a Föld színpadán. Vannak olyan kutatók is, akik azt hangsúlyozzák, hogy ma is keletkeznek baktériumok. Így tehát a Föld történetében az első élőlények megjelenése óta állandóan tart az új élet kialakulása a szervetlen anyagból. Merész, de rendkívül érdekes gondolat!

Hogy az archaikumban már valóban voltak élőlények, azt az újabb idők szerencsés leletei ma már kétségtelenül bebizonyították. Walcottnak sikerült ugyanis mai baktériumokhoz hasonló baktériummaradványokat találnia őskori kőzetekben. Gruner ugyancsak megtalálta az archaikumban az élet nyomait. A mai *Inactis* és *Microcoleus* moszatnemekhez hasonló maradványokat mutatott ki őskori kőzetekből.

Így tehát teljesen bizonyítottanak vehetjük azt a föltevést, amit a kutatók hosszú időn keresztül csak mint logikai szükségszerűséget állítottak föl: a Föld őskorában kezdődött meg az élet a Földön. Ez a fölfogás azért volt szélteben elterjedt, mert a földtörténet következő idejében, a hajnalkorban a gerinctelen állatoknak már valamennyi törzse kialakult, megjelent a Föld színén. Az őskort régebben azoikumnak, azaz állatnélküli kornak nevezték. Azonban éppen a logikai szükség vezetett ahhoz hogy ezt a nevet már a múlt század közepe táján archaikumra helyesbítsék.

A valóban megtalált szerves maradványok mellett ismeretesek a Föld őskorából még más jelenségek is, amik arra a meggondolásra vezették a kutatókat, hogy már az őskorban meg kellett jelennie az életnek a Földön, még akkor is, ha annak közvetlen bizonyítékait nem is találták meg.

Ismeretesek ugyanis az őskorból kristályos mészkövek, valamint grafittelepek is. Mind a mészkő, mind pedig a grafit általában szerves eredetű kőzet. Így hosszú ideig az őskori kristályos mészköveket és grafittelepeket tartották az őskori élet közvetett bizonyítékainak, mindaddig, míg vizsgálatokkal nem bizonyították be, hogy mind a mészkő, mind pedig a grafit bizonyos körülmények között szervetlen úton is létrejöhet.

Ismeretesek voltak azután Kanadából, majd pedig Bajorországból is olyan képződmények, amikben az őskor első egysejtűinek a maradványait vélték fölfedezni. Ezeket *Eozoon canadense*, illetve *Eozoon bavaricum* néven írták le. Később ezekről is kiderült, hogy serpentinrostok szervetlen úton létrejött halmazából keletkeztek.

Találtak azután az őskori kőzetekben apró kis zsákforma képződményeket, amik szén anyag fölhalmozódásából állanak. Ezeket *Corycium enigmaticum* néven írták le Skandináviából. Ezeknek a szerves eredete azonban szintén nem bizonyított.

Az élet mindezen kétes maradványok ellenére is azonban kialakult már az őskor folyamán. Sajnos, részleteket a hátramaradt leletek egyáltalában nem árulnak el erre vonatkozólag. Így az őskori élet fejlődéstörténetével tovább nem is foglalkozunk. Elég számunkra egyelőre annyit tudni, hogy a víznélküli időszak után megjelent az első életnélküli ósóceán. Ennek az időszakát abiotikus kornak nevezzük. Ez után jelent meg az élet első csírája Földünkön még az őskor folyamán.

Mínthogy a szerves életről többet nem tudunk ezidőszerint az őskor idejéből, vessünk egy pillantást az őskori materiális evolúcióra. Az őskor folyamán olyan kőzetek keletkeztek, amelyek összességét ma alaphegység néven foglaljuk össze. Az azóta eltelt mérhetetlenül hosszú idő alatt ezek a kőzetek nagyfokú alkatváltáson mentek keresztül. Ma ezek a kőzetek már mind kristályosak, úgyhogy ezeket összefoglaló néven kristályos paláknak nevezzük. Az őskor legrégebb képződményeiben főleg a gneiszek, a középsőkben a csillámpalák s a fiatalabbakban pedig a fillitek uralkodnak. Mindezen kristályos palákat azután még át- meg átszövik az eruptív kőzetek, melyek közül az őskorban a gránitok jutottak túlnyomóan nagy szerephez.

Régebben mindezen kőzetekről azt gondolták, hogy csak az őskor folyamán jöttek létre. Az újabb vizsgálatok azonban arra az eredményre vezettek, hogy később is keletkeztek még mind kristályos palák, mind pedig gránitok.

Az őskori kőzetek rendkívül vastag sorozatot alkotnak, amennyiben e képződmények teljes vastagsága legalábbis 30.000 m-re becsülhető. Olyan hatalmas vastagság ez, amit a fiatalabb formációcsoportok egyike sem ért el!

6. A HAJNALKOR.

Az őskor után következő időt a földbúvárok hajnalkornak, eozoikumnak nevezik. Az elnevezés tkp. az állati élet hajnalkorát jelenti. Régebben ugyanis alig néhány állati maradvány volt ismeretes ebből az időből s ezért nevezték ezt a hosszú ideig tartó kort az állati élet hajnalkorának. A maradványok az utóbbi évtizedek folyamán azonban olyan jelentős mértékben szaporodtak meg, hogy ma már a gerinctelen állatok valamennyi törzsének képviselőit ismerjük ebből az időből. Az állati élet fejlődése hatalmas iramban haladt. Azokon a helyeken, ahol a hajnalkornak a képződményeit nagyobb kiterjedésben találjuk meg, így Kanadában, Észak-európában, Kolorádóban és Kínában, egyaránt ismeretesek ennek a kornak a különböző maradványai. Számbelileg nem jelentősek a maradványok, fontosságuk azonban fölbecsülhetetlenül nagy. Csaknem valamennyi állati szervezet még vízben élő volt ekkor. A levegőből lélegző állatokat eddig csak egy maradvány képviseli ebből az időből. Persze valamennyi maradvány még nagyon tökéletlen megtartású, hiszen az azóta eltelt hosszú idő alatt rendkívül sok hegyképző és egyéb folyamat zajlott le, amelyek mind hozzájárultak ahhoz, hogy a hajnalkori élet maradványai csak rossz megtartásban kerüljenek a napfényre.

A növényvilág összetételére vonatkozólag a mészkőrétegek nyújtanak fölvilágosítást. Ezek létrejöttét általában denitrifikáló baktériumoknak és moszatoknak (Cyanophyceae) tulajdonítják.

Az állatvilág maradványai között nem ismerünk mésztartalmú kővületeket, csak olyanokat, melyeknek kemény vázrészeik szarúból vagy kovaanyagból állanak.

Így az egysejtű állatok (Protozoa) közül a hajnalkori képződményekből csak a kovavázú sugárállatkák (Radiolaria) maradványai kerültek elő. A tömlősbelű állatok közül (Coelenterata) kovaszivacsok maradványait találták meg. Ismeretesek aztán a tüskebőrűek (Echinodermata) közé tartozó tengeri liliomok (Crinoidea), néhány pörgekarú (Brachiopoda), a puhatestűek (Mollusca) közül pedig kagylók, csigák. Féregmaradványok (Vermes) csúszásnyomok alakjában maradtak ránk. Az ízeltlábú állatokat (Arthropoda) főleg rákok képviselik.

Ezek sorából nevezetesebb a Beltina danai nevű rák. Egyetlen olyan maradvány ismeretes csak, amely esetleg már levegővel lélegző állattól származhatik, ez Skandinávia hajnalkori homokkőrétegeiből származik. Xenusion auerswaldæ néven vezették be a tudományba ezt az ízeltlábút.

A hajnalkor tehát állati és növényi maradványokban még szegény. Pedig ahhoz, hogy valamely földtörténeti korról világos képet alkothassunk magunknak, minél több és minél jobb megtartású ősmaradványra, kővületre van szükségünk. Nézzük már most, hogy mit nevez a tudomány kővületnek.

Fosszília vagy petrefaktum névvel illetik azokat az ősmaradványokat, melyek a geológiai multban élt növényektől és állatoktól származnak. A két latin eredetű szó etimológiailag nem egészen azonos jelentésű. Ugyanis a fosszília „kiásott” maradványt jelent. Az ősmaradványok legnagyobb részét valóban ki kell ásunk, ki kell szabadítanunk a kőzetből. A petrefaktum „megkövesedett” maradványt jelent. Nem minden ősmaradvány kövesedett meg, hiszen ősmaradványoknak tekintjük a borostyánkőbe zárt rovarokat is, amelyek nem váltak kővé. És ismerünk a földtörténeti jelenkorból származó megkövesedett maradványokat is, amik azonban mégsem ősmaradványok, éppen azért, mert nem a geológiai multban élt lényektől származnak. A magyar ősmaradvány szó ezzel szemben pontosan földi a fogalom tudományos jelentését s a legszerencsésebben megválasztott magyar műszavak egyike.

Az animális evolúció itt vázolt nagyfokú előhaladása mellett azonban az anyag fejlődése is nagy mértékben haladt előre a hajnalkor folyamán. Az őskor és hajnalkor Földjét együttesen nevezi Kober archeogeának. Az archeogeán az anyag fejlődése olyan változásokat hozott létre, amelyek a Föld egész további életére rendkívül fontos kihatással voltak. Valószínűleg több hegyképződés ment végbe ebben az időben. A kőzetek nagyrésze hatalmas átalakuláson ment keresztül, amely - mint az őskornál láttuk - ahhoz vezetett, hogy a legtöbb kőzet kristályos palává alakult át. A hajnalkor kőzetei között azonban már homokkőrétegekkel, konglomerátokkal stb. is találkozunk. Ismeretesebb ebből az időből már olyan homokkővek is, amelyek már a szárazföldön rakódtak le és nem a tengerben képződtek.

A hatalmas hegyképződések végeredményeként az archeogeá vége felé a Föld kérgén a szerkezeti fölépítésben két egymással éles ellentétben levő területcsoportot különböztethetünk meg. Az egyik a hajnalkor vége óta kéregmozgást nem mutathatunk ki, míg a másik területfaj ama vidékeket foglalja magában, amelyeken kéregmozgások a hajnalkor óta is végbementek. A hajnalkor óta szilárd, nem mozgó kéregrészeket Kober kratogéneknek nevezi, míg azok a területek, amelyeken mozgás azóta is történt, az orogének. A kratogének a régi, ősi kontinensek. Szilárd pilléreként foghatók föl, amelyek a mai szárazföldek magjainak tekinthetők. A későbbi idők folyamán bekövetkező hegymozgásoktól megszilárdított kéregrészek hozzátapadtak ezekhez az ősi szárazulatokhoz s így jöttek létre a mai nagy szárazföldek. Kober a következő pajzsokat különbözteti meg: skandináviai, ethiopiai, délafrikai, szibériai, indiai, kínai, ausztráliai, kanadai, brazilai és antarktikus.

Ezeknek a pajzsoknak a kialakulása a hajnalkorban befejeződik. Mindezek a pajzsok gyűrt és nagy mértékben kristályos kőzetekből állnak, amiket magma eredetű anyagok szőnek át sokszorosan.

Az archeogeát egyes kutatók - főleg Kober - éppen ezért élesen szembeállítják a későbbi időszakok Földjével. S valóban úgy látszik, hogy jogos ez a megkülönböztetés, mert olyan nagyarányú és mélyreható folyamatok játszódtak le az archeogeán, amilyenek talán azóta soha többé nem ismétlődtek meg Földünk történetében.

7. AZ ÓKOR.

A Föld történetének ókora, a paleozoikum, öt korszakból áll. Ezek közül legidősebb a kambrium, majd sorra következik a szilur, devon, karbon és végül a perm. A földtörténeti ókor Földjét nevezi Kober paleogeának.

a) A kambrium.

Az ókor első korszaka nevét a mai Wales ősi neve után (Cambria) nyerte. Általában hatalmas vastagságú képződménysorozatot foglal magában, hiszen tengereiből helyenként 10.000 m vastag üledéksorozat maradt ránk. Igaz viszont, hogy a szárazulatokon leülepedett képződményeknek vastagsága néha csak 50 m-re rúg.

A materiális evolúció szempontjából aránylag nyugalmas időszak. Nagy hegyképző folyamatok nem játszódtak le ekkor. A tűzhányók működése is nagyon csekély volt. Az anyag fejlődése szempontjából tehát olyan időszak, amelyre a Lyell-féle maiság elve teljes mértékben alkalmazható. Ennek a kornak az anyagi fejlődésében a nagy vastagságú tengeri rétegeknek a lerakódása volt legfontosabb mozzanat. A lerakódott réteg sorozatban durva, összeragasztott kavicsszemekből álló kőzetek, homokkövek, kvarcitok, agyagpalák, kovapalák és ritkán mészkövek fordulnak elő.

Az ősi kontinensek, a kratogének, nem sokat változtak a kambrium folyamán. Minthogy nagyarányú hegyképződés nem ment végbe, nem forrtak hozzá újabb szárazföld-részletek a régi szárazföldmagokhoz. A kanadai pajzs magában foglalta Grönlandot is. A szibériai és kínai pajzs között tenger hullámozott. Sekély tenger borította Délamerika nyugati részét, ott, ahol ma az Andok hatalmas csúcsai merednek az égbe. Délamerika és Északamerika között tenger volt. Ezzel szemben India, Afrika és Délamerika között hatalmas szárazulat volt, amelyet a földtörténetben Gondwana néven ismernek.

Az animális evolúcióban óriási fejlődést látunk. A növényvilág maradványai nagyon kis számban és gyatra megtartásban maradtak csak ránk. A tengeri algák maradványainak tartott Fucoideák minden valószínűség szerint alacsonyrendű állatok csúszási nyomai. Így tehát a kambrium növényvilágáról ismereteink ezidőszert még nagyon hézagosak.

Az állatvilágból azonban olyan sok lelet került elő, hogy a kambriumból már mintegy 1000-1200 különféle állatfaj maradványai ismeretesek. Közöttük az egysejtű állatok (Protozoa) maradványai a legbizonytalanabbak. A gerincesek kivételével azonban a többsejtű állatok minden törzse már jól fölismerhető maradványokat szolgáltatott. Kétségtelenül azok a legnevezetesebb és legfontosabb állatmaradványok a kambriumból, amelyek a rákok közé tartoznak. Ezek sorában a háromkaréjú rákok, a Trilobiták maradványai valóban nagy mennyiségben találhatók a kambriumi tenger üledékében. A háromkaréjú ősrákok a földtörténeti ókor rendkívül jellemző állatai, melyek az ókor végén nyomtalanul kihaltak. Néhány alakjuk a kambrium korbeosztásában is fontos szerepet játszik, mint az Olenellus, Paradoxides és Olenus. E három nem közül az első a kambrium alsó, a második e korszak középső és a harmadik a felső emeletére jellemző. Mellettük e sajátos rákcsoporthoz még nagyon sok fajtát ismerjük. Közöttük külön nevezetességre tett szert a szem nélküli Agnostus. Ennek hajnalkori ősnél még megvoltak a szemek s így a kambriumi vak Agnostus már magasabb fejlettségi fokot jelent. Ez a kis rák ugyanis az iszapba fúródva élt s ehhez az életmódhoz való alkalmazkodás következtében vesztette el szemét. A rákok egy másik érdekes csoportja az óriás rákok. Egyik alakjuk, a Stylonurus mintegy $\frac{5}{4}$ m hosszú volt, az Eusarcus hossza pedig

csaknem 1 m. Az újabb időkben már fémregmaradványok is előkerültek, amelyek sok hasonlóságot mutatnak mai rokonaikkal. Sok vitára adtak okot azok a maradványok, amikben eleinte tengeri tüskebőrűek rágószerveinek a maradványait vélték felismerni. Ezekről azonban kiderült, hogy medúzaktól származnak.

Az eddig felemlített állati ősmaradványok világosan mutatják, hogy a kambriumnak a maradványai mennyire különböznek a mai élőlényektől.

Vannak azonban olyan nemzetségek is a kambriumban, amelyeknek tagjai ma is élnek. Ilyen a pörgekarúak közé tartozó *Lingula*.

A felsorolt állatfajok általában szélteben-hosszában elterjedtek voltak a kambriumi tengerekben. Ez a jelenség arra utal, hogy a világtengerek faunája abban az időben még egységes volt. Ez megint azt bizonyítja, hogy nagyjából azonos viszonyok uralkodtak a Föld felületének legnagyobb részén. Eljegesedés nyomait csak Norvégia, Kína és Ausztrália területéről ismerjük. Több helyről meg a sivatag jelenvoltáról tanúskodó kőzeteket ismerünk.

b) A szilur.

Az ókor következő formációja a szilur. Nevét attól a bátor ősi kelta néptörzstől kapta, amely a mai brit szigetekre betörő rómaiakkal szemben vitézül hadakozott. Újabban a szilur helyett az idősebb ordovicien és a fiatalabb gotlandien korszak nevét használják. Homokkővek, szürke színű, nagyon kemény, agyagos homokkővek (*grauwacke*) és palák építik föl ezt a korszakot, amelynek a különböző lelőhelyei szerint különböző, de még mindig több ezer méteres vastagságú rétegösszlete sok érdekes adatot szolgáltat a Föld történetére vonatkozólag.

A Föld építőanyagainak fejlődésében nevezetes időszak a szilur. Hatalmas hegyképződés zajlott le a szilur folyamán, aminek következtében kialakult a földtörténeti ókor első hatalmas lánchegysége. A Föld kérgén állandó fejlődés, folytonos evolúció figyelhető meg. Az evolúció ütemesen megy végbe. Először a kratogének közötti zónákban, az orogénekben nagyméretű üledékképződés folyik a hatalmas, tengerrel borított medencékben, a geoszinklinálisokban. Több ezer méter vastagságú üledéksorozat rakódik le. A hegyképződésnek ez az ú. n. geoszinklinális időszaka. Ebben az időszakban a földtörténeti események lassan, nyugodtan zajlanak le, teljesen a maiság elvének megfelelően. Ez után azonban bekövetkezik a mozgalmas orogén időszak. Az orogén időszakban a nagy geoszinklinálisokban lerakódott hatalmas üledéktömegek összenyomódnak, összegyűrődnek, kiemelkednek a tengerből, lánchegységeké lesznek, s mintegy hozzáforrnak a már előbb megszilárdult, megmerevedett kéregrészekhez, a kratogénekhez. Ha az orogén időszakban összepréselt kőzettömeg a nagy hegyképződés folyamán nem merevedett meg, nem szilárdult meg eléggé, akkor újra geoszinklinális alakul ki az illető helyen s újabb orogén időszak következik be. Az így megmerevedett s a kratogénekhez hozzáforrott orogén zónák most már maguk is szilárd pilléreké válnak s egyre jobban növelik a szárazulatokat. A hegyképző (orogenetikus) mozgások tehát nagy mértékben megváltoztatják a Föld kérgének szerkezeti fölépítését, geológiai értelemben véve aránylag gyorsan zajlanak le (epizodikusak) s mint a kiváló tudós, Stille, kimutatta, az egész Földön egyidőben mennek végbe. De ismerjük a földkéreg mozgásainak egy másik csoportját is: az epirogenetikus mozgásokat. Míg az orogenetikus mozgások főleg érintőirányban mennek végbe, addig az epirogenetikus mozgások sugárirányúak. Ezek nagy területeket emelnek föl vagy süllyesztenek le, nem változtatják meg a földkéreg szöveti szerkezetét és lassan (szekulárisan) mennek végbe.

A szilurkorszakbeli hegyképződést kaledóniai hegyképződésnek nevezzük. A paleogeán vagy kaledóniai hegyképződéssel köszönt be az evolúció közben az első revolúciós időszak. A szilur korszakban végbement kaledóniai hegyképződéssel létrehozott hatalmas lánchegység-

rendszer Kaledonidáknak nevezzük. Ezek közé tartoznak Skóciának és Norvégiának tönkhegységei, Afrikában a Szaharidáknak nevezett hegységmaradványok. Megvan a kaledoniai hegyképződés nyoma Braziliában és Ázsiában a Bajkál-tó körül is.

A szilur vége felé aztán már meg is indul ennek a hatalmas lánchegységnek a letarolása, lepusztulása, úgyhogy az ókor következő korszakában ezek a lánchegységek nagyrészt már csak tönkökként maradtak meg.

A szervesetlen anyag szilurbeli fejlődése után nézzük már most az élővilág történetét az ókor második korszakában.

A növényvilág fejlődésében óriási haladást látunk. A zöld és piros moszatokon (Solenopsia) kívül megjelennek a szilur felső részében az első szárazföldi növények (Nematophyton, Barragwanathia).

Hasonlóképpen nagy haladást látunk az állatvilágban is. Jól fölismerhető egysejtű maradványok is ismeretesek már ebből a korszakból. Óriási tömegben lépnek föl a medúzák maradványai, amiket graptoliták néven foglalnak össze. Ezeknek a maradványai nagy változatosságban fordulnak elő (Monograptus, Didymograptus, Tetragraptus, Phyllograptus stb.). Nagy fejlődést mutatnak a háromkarójú ősrákok is. Az ellenség elleni védekezés tökéletesedik: az állatok összegöngyölítik magukat, hogy kemény háti páncéljuk jobban védje őket. A szilurból ismeretesek az első összegöngyölt trilobita maradványok. A hatalmas termetű rákok közül különösen az Eurypterus nevű maradvány található gyakrabban.

Nagy mennyiségben található a szilur üledékeiben a puhatestű állatok, kagylók, csigák maradványai is. Mint a későbbi koroknál látni fogjuk, a kagylóknak és csigáknak a földtörténet további fejezeteinek elhatárolásában fontos szerep jut. A puhatestű állatok egy további csoportja, a fejlábúak ugyancsak számos maradvánnyal vannak képviselve a szilurban. Hosszú, egyenes, mészkőből álló házuk van (Orthoceras), de találunk becsavarodó alakokat is (Lituites lituus), sőt vannak már csaknem teljesen becsavarodott formák is. A földtörténet további folyamán aztán főleg a teljesen becsavarodott házú alakok jutnak fontos szerephez.

Az élet fejlődése szempontjából a szilur újabb, rendkívül fontos határkövet jelent. Az alsó szilurból ismertek ugyanis az első gerinces maradványok is. Ezek az első gerincesek halak voltak. Az alsó szilurból még csak fogmaradványok ismeretesek és csak egy-két páncéllemez töredéke, de a felső szilurból már gazdag halfaunákat találtak. Ezek a halak arról nevezetesek, hogy nincsen belső szilárd vázuk, hanem ezt a bőr megcsontosodásából keletkezett páncél helyettesíti. Nagyon furcsa megjelenésű állatok, melyek aztán különösen a következő korszakban lépnek föl nagy változatosságban.

Míg a szilur elején a tengerek előnyomulása (transzgresszió) jelzi az ősföldrajzi viszonyok változását, addig e korszak vége felé a tenger általános visszahúzódását (regresszió) figyelhetjük meg. Ezzel az általános visszahúzódással zárul aztán a szilur korszak története.

c) A devon.

A kaledóniai hegyképződésnek utolsó fázisa a devon előtt már lezajlott. A következő hegyképződés pedig csak a devon és a rákövetkező karbonkorszak határán ment végbe. Így a devon a Föld történetében aránylag nyugalmas időszak a kéregmozgások szempontjából. E korszak tanulmányozása ugyancsak Angliából indult ki s a Devonshire területén föllépő képződményektől származik a korszak neve is.

A szilur korszak végén a tengerek erősen visszahúzódtak. Ennek következtében a devon folyamán kiterjedt kontinensek voltak. A nagy déli kontinens, Gondwana, magában foglalta Délamerika keleti részét, csaknem egész Afrikát, Indiát és Ausztrália nyugati felét, kiterjedt szárazulat volt az Antarktisz környékén is. A kanadai és fennoskandiai (= skandináviai) pajzs között szárazföldi összeköttetés volt. Az összefüggő nagy szárazulatot északatlanti kontinensnek nevezzük. Kelet felől a fennoskandiai pajzsot a tenger hullámai nyaldosták. A szibériai pajzs területét mint Angara kontinenst említik.

A devon kőzetei között homokkővek, mészkővek játszá a legfontosabb szerepet. De gyakran találkozunk palás képződményekkel is. A vulkáni működés sem szünetelt a devonban, úgyhogy különösen a vulkáni tufák és intruziók kőzetek gyakoriak (diabáz, melafir). A devon legelterjedtebb kőzetei azok az általában sötét, többnyire vörös színű homokkővek, amelyeket a tudományos irodalom régi vörös homokkőnek (old red sandstone) nevez. A régi vörös homokkő néha ezer m-es rétegei édesvizekben és felsősvízi medencékben ülepedtek le. Néha azonban olyan jelleget is feltüntetnek, amelyeknek alapján kétségtelen, hogy egyik-másik részletük sivatagi képződmény. A bennük előforduló állatmaradványok egészen elütő képet mutatnak a tengerből leülepedett rétegek faunáinak összességétől.

Nevezetes jelenség a devon történetében a jégkorszak. A Föld régebbi korszakaiban már említett eljegesedés után a devonban a Kapföldről ismeretesek jégkorszak maradványai.

A növényvilág fejlődésében a szilurbeli Barragwanathia után megint nagyfokú haladást látunk: a devonból már jól ismerjük a szárazföldi növényeket, köztük a Nematophyton és Psilophyton nemzetségeket. Előbbieket a telepes növények és a mohok közé helyezi a növényrendszertan, utóbbiakban a páfrányok legősibb képviselőit látja. Ezek mellett azonban már más szárazföldi növények nyomai is ismeretesek a devonból. Az ősi páfrányokat már a devon felsőbb részeiben az Archæopterisek képviselik. A devon korszak különböző őscserjéinek legnagyobb jelentősége abban áll, hogy az összes későbbi edényes növény ősül tekinthetők.

Az állatvilágban a devon folyamán ugyancsak jelentős fejlődés megy végbe. Egyes kutatók szerint már itt megjelennek az első szárazföldi négy lábú állatok. Ezek maradványait azonban mindössze a Pennsylvaniában talált *Thinopus antiquus* néven leírt lábnyom őrizte meg. Hogy valóban négy lábú szárazföldi állat lábnyomáról van-e szó, a kutatók legnagyobb része szerint legalább is kétséges. Érdekes jelenség, hogy a szilurban annyira elterjedt graptolitákat a devonban már csak egyetlen egy nem képviseli. Nagyon megfogyatkoznak a háromkarú ősrákok, valamint a fejlábúak közé tartozó Nautilusok is. A fejlábú állatok másik csoportja, az Ammoniták azonban itt kezdenek feltűnni, hogy a Föld történetének középkorában aztán virágkorukat érik el. Rendkívül jellemző állatai a devonnak a pörgekarúak is, melyeknek egyik könnyen fölismerhető alakja az *Uncites gryphus*. Ekkor jelennek meg a Spiriferek is. Változatos alakban lépnek föl a páncélos halak, melyek a *Cephalaspis lyelli*, a *Pteryichthys milleri* stb. fajaikban a legismertebbek. Több faj képviseli az ősi cápákat is.

A devonban tehát az animális evolúció is tovább halad a megkezdett úton s a szárazföld birtokbavételében éri el tetőfokát.

A trianoni Magyarország legősibb üledékes képződményei ugyancsak a devon-korszakban keletkeztek. Vas-megyéből és Zemplén-megyéből ismeretesek ezek a képződmények. A szentistváni Magyarország területén pedig a hunyadmegyei Gyalár melletti hatalmas vasérces mészkőkomplexus tartozik a devonba.

d) A karbon.

A földtörténeti ókor eddig tárgyalt szakaszait ó-paleozoikum néven is szokás összefoglalni, szemben az ókor utolsó két szakával, a karbonnal és permel, melyek az újpaleozoikumot alkotják. Az újpaleozoikumban már számos szárazföldi szervezet élt, melyek nyomai jó megtartású maradványokban ismeretesek. Kiterjedt erdőségek borították a Föld felszínét, amelyek alkalmat adtak a feketegyémánt születésére. A karbon korszak nevét a benne előforduló hatalmas széntelepektől nyerte. A szeneket aszerint osztályozzuk, hogy milyen földtörténeti korban képződtek: a Föld ókorából származókat kőszeneknek, a középkorbelieket fekete szeneknek és az újkoriakat barnaszéneknek nevezzük. A szén minősége és kora nem mindig függnek össze egymással szorosan, mert pl. ismeretesek a harmadkorból is igen magas fűtőértékű barnaszének, míg a karbonkori kőszenek között olyanok is előfordulnak, amelyek minőség szempontjából a barnaszénekkel állanak egy fokon. A szénképződésről annyit jegyezzünk meg, hogy a szén növényi eredetű üledékes kőzet. Míg a harmadkorban általában kevés, de tetemes vastagságú széntelep jött létre, addig a karbonkori széntelepek száma nagy, de vastagságuk csekélyebb. A karbonkori kőszénképződés a Föld történetében az első nagyszabású szénképződés, hiszen csak itt jelentek meg az erdők.

A szénképződés mellett azonban más szempontból is nagyon fontos események időszaka a karbon. Ekkor zajlott le a paleogea második nagy hegyképződése. Ezt variszkuszi hegyképződésnek nevezzük s öt fázisát különböztetjük meg: breton, szudeti, asturiai, saali, pfálzi. Az utóbbi kettő már a perm idejében zajlott le. A variszkuszi hegyképződéssel felgyűrt lánchegységek a Variszcidák vagy Hercynidák. A hegyképződés leghatalmasabb méretű eseményei a karbon korszak közepe táján mentek végbe. A hegyképződést nagyméretű vulkáni jelenségek kísérik. Ennek a variszkuszi hegyképződésnek a következménye, hogy az ókor geoszinklinálisai eltűnnek, helyettük hatalmas lánchegységek emelkednek az égbe. Ekkor alakulnak ki Angol-, Francia-, Spanyolország ősi lánchegységei, Középnémetországban a Harz, a Schwarzwald, valamint a Szudéták tartoznak a Variszcidák közé. A variszkuszi hegyképződés gyűrte föl az Ural tömegét is. Középázsia ősi röghegységei, az amerikai Appalachian-hegység szintén ebben az időszakban alakult ki. Ennek a hegyképződésnek mélyreható következményei voltak a szárazulatok és óceánok elterjedésére is. Európa összeforr Ázsiával. A fennskandiai és szibériai pajzs között megszűnik a geoszinklinális. Ugyanez a helyzet a szibériai és kínai pajzs esetében is. Ezek is összeforranak egymással. Kialakul Afrika. A paleozoikum végén az ókor két nagy hegyképződése, a kaledóniai és variszkuszi hegyképződés után már egészen más ősföldrajzi viszonyokat látunk tehát, mint az ókor elején.

Az élővilág fejlődésében a karbon idején a növényeké a vezetőszerp. Roppant buja növényzet tenyészik a karbonkorban, hatalmas termetű harasztok vagy páfrányfélék, zsurlók és korpafűfélék. Az ősi páfrányféléknek rendszerint pálmászerű törzse volt. Az ősi zsurlók sorából a Calamites érdemel említést, mely hatalmas, faalakú növény. A mai szerény kis korpafűfélék karbonkori ősei meg a hatalmas termetű, 25-30 m magas pikkelyfák (Lepidodendron) és pecsétnyomos fák (Sigillaria). Mindezek a növények valószínűleg a nagykiterjedésű mocsarakban éltek. De élt már ebben az időben olyan növény is, amely már mai értelemben vett erdőségeket alkotott. Ilyen a Cordaites, amely szintén nagytermetű növény s a mai Araucaria-félékhez hasonló törzsszerkezete volt.

Mindezeknek a növényeknek a maradványai nagy tömegben és nagy változatosságban kerültek elő a széntelepekből, úgyhogy a karbonkorszak flórája egyike a legjobban ismert növényvilágoknak a földtörténet multjából. Ez a növényvilág az alsó karbon idejében még az egész földtekén elterjedt volt. A karbon második felében azonban már csak az északi féltekére jellemzők a növényvilágnak ezek az alakjai. A déli féltekén azonban több helyen észlelték a felsőkarbonban az eljegesedés nyomait. Így Délamerikából, Délafrikából, Indiából és

Ausztráliából ismerjük a karbonkori jégkorszakot. Ezek a déli területek a felső karbonból már csak néhány pikkelyfa és pecsétnyomos fa maradványát őrizték meg. A növényzet itt főleg cserjékből és kisebb fákból állott, melyeknek egyszerű, nyelvalakú leveleik voltak. Ezeknek a hűvösebb éghajlat alatt élt növényeknek a leveleit az említett területek felsőkarbonkori és permkori rétegeiben nagy mennyiségben gyűjthetjük. *Glossopteris* néven emlegetik ezeket a maradványokat.

Kétségtelen, hogy a karbonkorszakban a növényzet nagyon buja volt. Óriási mennyiségű növényi anyag ülepedett le s tette lehetővé a hatalmas kőszéntelepek kialakulását.

Az állatvilágban is jelentős változások következnek be a devon korszakkal szemben. Feltűnő a háromkaréjú ősrákok rohamos fogyatkozása. (Ezzel szemben megjegyezhetjük, hogy Magyarországról a dobsinai felső karbonból ismerünk *Trilobitát*: *Griffithides dobsinensis*.) A páncélos halak teljesen letűntek már. Hasonlóképpen további erős visszaesést mutatnak a *Nautilus*-félék is. A kipusztuló állatcsoportok helyét azonban nagy változatosságban fellépő újabb alakok foglalják el. Nagy tömegekben lépnek föl a gabonaszemekhez hasonló egysejtű állatok, a *Fusilinák* és a *Schwagerinák*. A pörgekarúak között nagy változatosságban lépnek föl a *Productus* nemzetség képviselői. A kagylók között szintjelző értékűek lesznek a *Posidonia becheri* maradványai. Számos szimmetrikus csiga (*Bellerophon*) is élt a karbonban. Nagyobb arányokban indul meg az ammoniták fejlődése is. Az ízeltlábú állatok legérdekesebb képviselői az óriási szitakötőfélék (*Meganeura monyi*), amelynek szárnyhegytávolsága 70 cm volt. Nagy tömegben kerül elő az *Arthropleura armata* nevű rovar maradványa, amelynek teljes hossza több mint egy m-t tett ki, sőt 2 m-es példányai is ismeretesek. Óriási fejlődést látunk a gerincesek körében is. A devon korszak páncélos halai eltűnnek. Az alacsonyrendű halak sorából az ősi cápa-félék jutnak fontosabb szerephez. Kétlégzetű halak jelennek meg, melyek vízben és szárazulaton éltek. De megjelennek már a kételtű állatok (*Amphibia*) is. Ezek sorában gyakoriak a *Branchiosaurus amblystomus* maradványai. A hüllőket a *Cotylosauriák* képviselik.

A karbonban tehát az állati élet fejlődésében a gerinceseknek már magasabb osztályaiig jutott el, amennyiben itt már kételtűek és hüllők is előfordulnak, vagyis megjelentek a szárazföldi négylábú állatok. A szárazföldi hatalmas erdők kialakulása, az óriási széntelepek létrejötte és a variszkuszi hegyképződés adja meg ezek mellett a karbonkorszak legfontosabb jelleget.

e) A perm.

A földtörténeti ókor legutolsó szaka a perm, mely nevét az oroszországi Perm kormányzóságtól nyerte. Minthogy két emeletre osztják, régebben diasz néven is emlegették. A tengerek ismét nagyobb területeket hagynak szárazon, úgyhogy a perm végén megint a szárazulatok nagymérvű kiterjedését látjuk. A permben megy végbe a variszkuszi hegyképződés utolsó két szakasza, amely azután a paleogea felszínén a végső simításokat elvégezte. Európa északi részeiben Angliától a német síkságon át az Uralig hatalmas kiterjedésű beltenger volt a felső perm idején. A heves vulkáni működés ebben a korszakban is tovább folytatódott. Indiában, Délafrikában, Délamerikában, Ausztráliában és Tasmaniában erős lehűlés, jégkorszak nyomai ismeretesek. Európa sivatagi vidékein az alsó perm folyamán nagy kiterjedésű területeken és hatalmas vastagságban megint vörös színű homokkő, alárendelten néha agyagos rétegek keletkeznek, amiket vörösfekü néven ismer az irodalom. A felső perm folyamán a beltenger elpárologásával aztán hatalmas sótelepek képződésére nyílik alkalom. A sótomzsók vastagsága néha eléri az 1200 m-t is. A németországi Stassfurt környékén van a sóbányászat központja. Németország szempontjából hihetetlen fontossága van ezen sóképződményeknek, mert a felső

permbeli sótelepekben nemcsak a konyhasót bányásszák, hanem a különféle kálisókat is, amelyek a vegyi iparnak rendkívül fontos nyersanyagai.

A paleogea utolsó időszakának növényvilága jóval szegényebb a karbon buja flórájánál. A hidegebb éghajlat alatt élő Glossopterisek és Gangamopterisek lesznek széltében-hosszában elterjedtek. Nagy jelentőségű ez a tény, hogy a mai fenyőfélék ősalakjai is az eddig csak szórványosan ismert karbonkori északamerikai leletek után már nagyobb tömegben jelennek meg. Valódi tűlevelű fák (Walchia, Voltzia, Ullmannia) maradványai már nagyon gyakoriak a permkorszakból. De ezekkel az új alakokkal szemben rengeteg sok karbonbeli növénycsoport hal ki végleg. Andreánszky szerint a permkorszak e növényalakok legnagyobb temetője. A pecsétfáknak és pikkelynyomos fáknak nyoma sincs már a perm korszak végén, csak egyik utódjuk jelenik meg újra a következő triasz-korszakban. Nyom nélkül pusztulnak ki a Cordaitesek is.

Az állatországban az egysejtűek még mindig nagy tömegben, közetalkotó mennyiségben lépnek föl. A pörgekarúak sorában a Productusok mellett nagyon gyakoriak a Pentamerus nemzetség képviselői is. A csigák között nagy elterjedésű a Bellerophon, amely már a karbon-korszakban is fontos szerephez jutott. A gerincesek sorában a kétéltűek között sokszor találják meg a Branchiosaurus maradványait, de gyakori az Archegosaurus és Eryops is. A hüllők sorából az otromba Pareiosaurus, a hátán tüskés tarajat viselő Dimetrodon érdemel különösen említést. Keletoroszország permkorszaki képződményeiből ismeretes egy állkapocs-maradvány, amelyben az ezidőszert ismert legrégebbi emlősmaradványt vélük felismerni. Az első kétségtelen bizonyossággal meghatározható emlősnym azonban csak a következő triasz korszakból származik.

A permkorszak nemcsak a növényvilág nagy temetője, az állatvilágnak is sok képviselője pusztul ki ekkor. Elsősorban az ókor jellegzetes háromkaréjú ősrákjait kell említenünk. A permkorszakban már csak néhány csökevényes képviselőjük szerepelt. Ezután azonban végleg kipusztultak s a Föld középkorában már egyetlen alakjuk sem ismeretes.

Áttekintettük az ókor évmillióinak történetét. Hatalmas fejlődést látunk anyagban, életben egyaránt. A két hatalmas hegyképződés megszabta a materiális evolúció további irányát. A növényvilág fejlődésében eljut a tűlevelű fáig, az állatvilágnak meg már valamennyi törzse él a Földön. A gerincesek között talán már megjelenik az első kezdetleges emlős. Óriási haladás a már bejárt út, de még mindig messze távol vagyunk attól az időtől, amikor a szellem uralma kezdődik a Földön.

8. A KÖZÉPKOR.

A földtörténeti középkor (mezozóikum) három korszakból áll, melyek közül legidősebb a triasz, utána következik a jura, a legfiatalabb pedig a kréta. A földtörténeti középkor Földje a mezogea. Az ókor két nagy hegyképződése után a középkor a kréta vége feléig aránylag nyugalmas időszak volt. Vannak kutatók, kik a középkorban a legfiatalabb hegyképződés geoszinklinális szakát látják. A hegyképződés szünetelése hozza magával, hogy a középkor a vulkáni működés szempontjából is aránylag nyugalmas időszaknak tekinthető.

Az élővilág szempontjából azonban nagyon sok érdekes mozzanat kapcsolódik a középkorhoz. A növényvilág legfontosabb eseménye, hogy a középkor végén jelennek meg az egy- és kétszikű növények. Az állatvilág alacsonyabb törzsei közül a fejlábúak közé tartozó ammoniták bámulatosan változatos kiteljesedése jellemzi a középkort. Ez az állatosztály hirtelen felvirágzása után a középkor végén aztán ki is hal. A gerinces állatok sorából a középkorra különösen az óriási termetű gyíkok (Dinosauruszok) jellemzők. Ezek az állatok ugyancsak nyom nélkül pusztultak ki a középkor végén. Ebben az időben jelenik meg az első csontos hal, az első madár és a permkorszak bizonytalan ősemlős maradványa után az első emlős állat is.

a) A triasz.

A földtörténeti középkor legidősebb szakasza nevét onnan nyerte, hogy németországi kifejlődésében három egymástól jól megkülönböztethető emelete van. Kőzetei között a mészkő és dolomit játsza a legfontosabb szerepet, de ismeretesek agyagok, márgák és homokkövek stb. is. Néhol gipsz meg sótelepek fordulnak elő a triaszkor szak képződményei között. E korszak képződményeinek teljes vastagsága helyenként 2000 m-t tesz ki.

A középkor elejének ősföldrajzi viszonyait a tenger előnyomulása, térfoglalása jellemzi az ókor végével szemben. Természetes jelenség ez, ha meggondoljuk, hogy csaknem az egész középkor úgy fogható föl, mint a legfiatalabb hegyképződés, az alpidi hegyképződés geoszinklinális szaka. (Az alpidi hegyképződés első gyenge megnyilvánulása a felső triaszbeli ó-kimmériai gyűrődés.) Különösen a Tethys kiterjedésében nyilvánul meg a tengerek előnyomulása, amennyiben mind Közép- és Déleurópa területét nagyrészt fedi ez a földközi tenger, mind pedig a Gondwana egy tekintélyes darabját.

A triasz korszak ősföldrajzi viszonyaira Európában különösen jellemző, hogy Németország területét olyan beltenger borította, amelyet a variszkuszi hegyképződés alkalmával felgyűrt Vindeliciai hegység választott el a Tethys Közép- és Déleurópát borító részétől. Itt alakultak ki azok a sekély tengerre valló üledékek, melyekben olyan szembetűnően mutatkozik a triasz-korszak hármas tagoltsága. A triaszkor szaknak ebben a beltengerben leülepedett rétegsorozata képviseli a germán triaszt, szemben a nyílt tengerbeli alpesi triasszal. Ezzel az ősföldrajzi állapottal magyarázhatjuk meg azokat a feltűnő különbségeket, amelyeket pl. hazánk és Németország triaszkori képződményei között megfigyelhetünk. Magyarország területén ugyanis már alpesi kifejlődésű triasz rétegeket látunk.

A germán triasz alján tarka homokköveket találunk, helyenként keresztarétegződéssel, ami arra utal, hogy itt néhol kiterjedt sivatagok is voltak. A triaszkor szak közepén a beltenger előnyomulása következtében a sivatagi képződmények teljesen megszűnnek. Ehelyett tekintélyes vastagságú mészkőrétegek rakódnak le gazdag puhatestű állattársasággal. Innen származik a triasz ezen szakára a kagylós mészkő elnevezés. A triasz felső részében színes márgákat találunk (keuper). Érdekes jelenség, hogy a germán kifejlődésű triaszhoz hasonló

viszonyokat találunk Francia-, Spanyolország és Északafrika egyes pontjain is. Ezek a nyugat-földközi beltenger üledékeiként maradtak meg.

A triaszbeli képződmények nagyobb része azonban az alpesi kifejlődéshez tartozik. Ennek korbeosztása már korántsem olyan egyszerű, mint a germán triaszé. Igaz ugyan, hogy itt is érvényesül a hármass beosztás: alsó-, középső- és felsőtriasz, de itt a középtriaszt 2, a felsőt pedig 3 emeletre lehet még tovább osztani. Az alpesi triaszban a mészkövek és dolomitok túlnyomó fontossághoz jutnak.

A növényvilág fejlődésében a triasz újabb jelentős állomás. Először is egyre nagyobb elterjedést mutatnak a tű- és lomblevelű erdők. Ezek térhódítása már a perm közepe táján megkezdődött, de nagyobb mértékben itt fejlődnek csak ki. Ezek az erdők már nem a karbonkorszak mocsárerdői. Szárazabb területeken éltek, ami az éghajlat aránylagos száraz voltára utal. Ne felejtjük el, hogy a triaszban helyenként kiterjedt sivatagok voltak. Másodszor meg különös figyelmet érdemelnek a növényvilág alacsonyrendű szervezetei közül a tengeri moszatok. Ezek sorában rendkívül nevezetes nemzetség a *Diplopora*. Csöves, pálcikaalakú moszatok voltak ezek, melyek maguk körül mészhüvelyt választottak ki, amelyből köröskörül hajszálszerűen elvékonyodó nyúlványok indultak ki. Kormeghatározás szempontjából is fontos szerepet játszanak ezek a maradványok, mert egyik-másik fajuknak nagyon kicsi a függőleges elterjedése, a triaszkorozsoknak csak bizonyos emeleteire szorítkoznak.

Az állatvilág is nagy eltérést mutat az előbbi kor faunáival szemben. Teljesen hiányzanak a triasz korozsából a háromkaréjú ősrákok. Hasonlóképen kipusztultak az ókor végéig a négyes korallók is. Ezek helyét innen kezdve a hatos korallók foglalják el.

A gerinctelen állatok sorában a tengeri liliomok kisebb fajszámban élnek, mint az ókorban, de egyedszámuk helyenként nagyon tekintélyes. A tengeri liliomok nyéltagjai néhol valósággal kőzetalkotó tömegben lépnek föl. Fontos alakjai a triaszfaunának a pörgekarúak is. Ezek egyik-másik nemzetsége néha szintén óriási tömegben lép föl. A kagylók között a nagy formagazdagság mellett is jelentős szerephez jutnak a durvahéjú *Megalodus*-ok. Sok kagyló-nemzetség fontos a triaszkorozs részletes taglalása szempontjából is, pl. *Pseudomonotis clarai*, *Myophoria costata*, *Avicula contorta*. A csigák nem olyan érzékeny korjelzők a triaszban, mint a kagylók. De nagy változatosságban föllépő nemzetségeik mégis fontosak az állatvilág ezen csoportjának fejlődését bizonyító példa szempontjából. Hihetetlen tömegben és nagy változatosságban lépnek föl a fejlábúak közé tartozó ammoniták. Némely fajuk rövid ideig élt csak s így nagyon jó szerepet töltenek be a korhatározásnál. A triaszkorozs számos szintjét nevezték el az egyedül csak benne előforduló ammoniták alapján. Magyar szempontból a hazai triaszra jellemző ammoniták tarthatnak különösebb figyelemre számot, melyek sokszor már nevükkel is elárulják magyar vonatkozásait: *Arpadites arpadis*, *Balatonites balaticus*, *Hungarites bocsarensis* stb.

A gerinces állatok sorában a triasz folyamán jelennek meg az első csontos halak. Az élővilág fejlődésében ezzel újabb korozs kezdődik. Igen érdekesek a triaszból ismeretes tüdősz halak is, melyek közül a germán kifejlődésben a *Ceratodus* fordul elő gyakran.

A kétéltűek virágkora erre az időszakra esik. Valamennyien a labirintfogúak közé tartoznak. Ez a csoport arról nevezetes, hogy a fog dentinállománya rendkívül bonyolult redőzetű. Leggyakoribb közöttük a *Mastodonsaurus*.

A hüllők sorában a germán triasz egyik legismertebb alakja a *Nothosaurus*. A krokodilfélék képviselője ebben az időben a *Belodon*. Megjelennek már az óriásgyíkok első képviselői is. A teknősök között ekkor élt a *Placodus gigas*. A magyarországi triasznak egyik büszkesége az innen előkerült *Placochelys placodonta* nevű ősteknős, melyet a veszprémi Jeruzsálemhegy márgájában talált meg a veszprémi múzeum egykori igazgatója, a tudós piarista tanár Laczkó

Dezső. Jól fejlett, lapos fogai voltak ennek a hosszúnevű állatnak, melyek alkalmasak voltak a táplálékaul szolgáló kagylók héjának összetördelésére is. A magyar föld egyik legnevezetesebb ősmaradványa a bakonyi triasz kori teknős.

Rejtélyes maradványok voltak hosszú ideig a „kezes állat” (Chirotherium) lábnyomai. Ezek Németország homokos triaszrétegeiből kerültek elő és sokáig csak a lábnyomok voltak ismeretesek. Ezek alapján azonban olyan pontosan sikerült az egész állatot rekonstruálni, hogy amidőn végre csontmaradványai is előkerültek, a napszínre jutott leletek mindenben megerősítették a lábnyomok alapján felállított következtetéseket.

Végül pedig még a triasz korszak emlősmaradványairól kell megemlékeznünk. Rendkívül nevezetes fordulópont az állatvilág fejlődésében az emlősök megjelenése. Hiszen ezek alkotják ma az élők világának legmagasabb szervezettségű lényeit, amelyeknek betetőzéseként ott áll a teremtés koronája: az Isten hasonlatosságára törekvő ember. Már a perm korszakból ismernek a kelet oroszországi területekről olyan állkapcsot, melyben egyesek emlősalakcsot vélnek látni. Ennek a leletnek a hovatartozandósága azonban nagyon is kétséges. A triaszból azonban már biztos leleteket ismerünk, amelyek emlősöktől származnak. Európában, Afrikában és Északamerikában csaknem egyidejűleg lépnek föl a triaszban az első emlősök. Európában Németország és Anglia területéről gyűjtötték ezeket az első emlősmaradványokat. Fogak és állkapocstörödékek az első emlősnymok, Afrikából ellenben már koponyamaradványok is kerültek elő. Ezeket az ősi emlősöket Triglyphus, Plagiaulax és Tritylodon néven írták le. Az európai maradványok legfőbb patkány nagyságú állattól származhattak, míg az afrikai Tritylodon már kb. nyúl nagyságú lehetett. Az amerikai maradványok, amelyeket Dromatherium néven írtak le, sokkal inkább képviselik a hüllők és emlősök közötti átmenetet, mint az óvilágiak.

b) A jura.

A földtörténeti középkor középső szakasza a jura korszak. Egyik legszebb kifejlődése a Jura hegységből ismeretes, innen származik neve is. A jura korszak elején a triaszban kezdődő tengeri előnyomulás egyelőre megáll, hogy azután a jura közepétől kezdve ismét nagyobb ütemben haladjon előre. Európában nagyon jelentékeny területek jutnak a tenger alá. Ugyanekkor megkezdődik Gondwana földarabolódása is. A legfiatalabb hegyképződésnek, az alpidinak a geoszinklinális időszaka egyre jobban kifejezésre jut. A jura folyamán e hegyképződés újabb előfutárja jelentkezik, a felső jurabeli új-kimmériai redőződés, de ez még mind csak előjáték ahhoz a nagy hegyképződéshez, amely azután a harmadkor folyamán éri el beteljesedését. A jura üledékei főleg mészkövekből, agyagokból, márgákból, homokkövekből és alárendeltebben dolomitokból állanak. A vulkáni működés ebben az időszakban is csekély. Az idetartozó képződmények teljes vastagsága több mint 1000 m-es rétegsorozatot alkot. Nálunk ebben az időszakban jöttek létre Pécs vidékén a kitűnő feketeszéntelepek, amelyek tengerpart közelében élt mocsárerdők maradványai. De megtalálhatók hazánk területén a tengeri jura üledékei is.

A növényvilág fejlődésében lassú, de folytonos átalakulást látunk. Egyre több olyan növényi forma tűnik le, amelyek a mai növények rendszerébe egyáltalában nem, vagy csak nehezen illeszthetők be s mindegyre szaporodik azon növényeknek a száma, amelyek a ma élő alakokkal már közelebbi rokonságot tüntetnek föl. Érdekes csoport alakul ki a jurakorszak folyamán a növények sorában: a Bennettites félék. Ez a nyitvatermők közé tartozó csoport a következő korszakban, a krétában azután ki is hal. A fenyők egyre nagyobb változatosságban lépnek föl. A jura korszakbeli flóra messze terjedt a sarkok felé. Az északi félgömbön még 80° szélesség

alatt is megtalálhatók a jurakori növények maradványai. A déli sark felé is messze lehúzódott ez a flóra.

Az állatvilágot tekintve azt látjuk, hogy a gerinctelen állatok sorában fokozatos lassú fejlődés megy végbe a jura idején. A gerinces állatok sorában azonban szinte ugrásszerű fejlődést látunk. A jura a legcsodálatosabb állatok időszeke.

Az egysejtű állatok között ekkor jelenik meg azoknak a Nummulinák az őse, amelyek a harmadkor elején milliárdszámra népesítették be a tengereket. A szivacsok és korallak a jurakorszak meleg vizű tengereiben ugyancsak fölvirágoztak. A tengeri tuskabőrűek között a pompás szépségű szabályos tengeri sünek fordulnak elő nagy számban. A pörgekarúak között igen jellegzetes alak a Pygope diphyia, amelynek teknői érdekes kívárgást tüntetnek föl, úgyhogy minden teknő két részből összetettnek látszik. A pörgekarúak általában nagy változatosságban ismeretesek a jurakorszak tengeri üledékeiből. A kagylók között egyre több alak képviseli az osztrigákat és a fésűs kagylók (Pecten) csoportját. Nagyon jellemzőek az érdekes díszítésű Trigonina-félék. Sajátságos kagylók a vastag héjú Diceratok, melyeknek búbreszlete szarvszerűen csavarodott. A csigák részben még régi jellemvonásokat tüntetnek föl, részben pedig egy sereg újonnan fellépő elemmel képviseltek. Rendkívül fontos szerepet játszanak a jurában is az ammoniták. Talán még nagyobb tömegben és változatosságban éltek a jurakorszak tengerében, mint a triaszban. A két korszak ammonitáit összehasonlítva, arra a meglepő tapasztalatra jutunk, hogy a triaszbeli számos nemzetség közül, úgy látszik, csak az egyetlen Phylloceras nemzetség megy át a jurába is. A jura ammonitái egyébként mind új típusú alakok és ezek is rendkívül jó korjelző maradványok, éppenúgy, mint a triaszkorzi ammonitái. A jura korszak finomabb taglalását az ammoniták maradványai alapján ejthetjük meg. A legbonyolultabb lobavonalakkal találkozunk a jura ammonitáinál. Érdekes, hogy az ammoniták szájfedői is, amiket Aptychus-nak nevezünk, nagy tömegben találhatók a jura üledékeiben.

A fejlábú állatok egyik érdekes csoportja, a szivarformájú Belemnites-félék ugyancsak a jurára jellemzőek.

A jurakorszak arról is nevezetes, hogy alig van a földtörténetnek még egy szeke, amelyből a jó megtartású ősmaradványoknak olyan gazdag sorozata került volna elő, mint ebből az időből. Így az ízeltlábúaknak is csodálatosan jó és ép maradványai váltak ismertté. Rákok, lepkék, bogarak, szitakötők, szöcskék, mind nagy változatosságban kerülnek elő. Különösen a bajorországi Solnhofen felső jurakori finom meszes palái gazdagok az ilyen maradványokban.

Nagyon nevezetese a gerincesek sorába tartozó jurakorszakbeli maradványok is. A csontos halak további fejlődést mutatnak a triaszkorzi alakokkal szemben. A legérdekesebb és legjellegzetesebb gerincesek azonban a csúszó-mászók osztályából kerülnek ki. A jurakorszak a csodálatos hüllők időszeke. Ekkor élt a külsejében a mai delfinekre emlékeztető halgyík (Ichthyosaurus). Ezek a vízi életmódhoz tökéletesen alkalmazkodott ősi hüllők voltak. Hosszúra nyúlt állkapcsaik, a szemüket körülvevő csontgyűrű és úszókká átalakult végtagjaik a legfontosabb jellemzőik. A halgyík legszebb maradványai Holzmaden alsójurakori rétegeiből váltak ismeretessé. Olyan példányok is előkerültek innen, amelyeken a bőr maradványai is tanulmányozhatók. Átlagban 4-5 m hosszú állatok voltak, de 12 m-es példányaik is ismeretesek. Kétségtelenül elevenesülők voltak, de gyakran megtörtént, hogy fiaikat fölfalták, kannibálok voltak, amint erről ugyancsak több lelet tanúskodik.

Egy másik hüllő, amelyik szintén a vízi életmódhoz alkalmazkodott, a hattyúnyakú gyík (Plesiosaurus). Kúpos, hegyes fogai elárulják, hogy ez a mintegy 5 m hosszú ősi gyíkféle veszedelmes vízi ragadozó volt.

De nemcsak a tengerekben éltek ezek az ősi, furcsa és szokatlan formájú csúszó-mászók, hanem a levegőt is benépesítették. Repülősárkányok! Valóban meglepő, egészen szokatlan elképzelnünk, hogy a jurakorszak hullői a levegőt is meghódították. Ezek közül a repülő hullók közül a *Pterodactylus* első maradványait már 1784-ben megtalálták az Eichstätt melletti felső jurakori rétegekben. Azóta is ez a legszebb *Pterodactylus* maradvány, noha az idők folyamán jó néhány példány került még napszínre ebből a vércsenagyságú állatból. Eleinte vízben élő állatnak gondolták, de már Cuvier kimutatta, hogy repülő gyík volt, amelynek megvolt az a képessége is, hogy hosszú karmai segítségével kapaszkodjék. Később azután négylábon járó formának képzeltek el, mígnem az ősélettudomány világhírű bűvára, Ábel ki nem mutatta, hogy a *Pterodactylus* általában olyanféle módon mozgott, mint a mai denevérek. Hosszú karmai segítségével a faágakon vagy sziklákon fejjel lefelé kapaszkodott. Nyugalmi helyzetben is fejjel lefelé függve pihent.

Míg a *Pterodactylus*nak csak egészen rövid farka volt, addig a jurakorszak másik repülő sárkányának, a *Rhamphorhynchus*nak hosszúranyúlt farka volt, amely rombus alakú bőrvitorlában végződött. Mind a *Pterodactylus*nak, mind a *Rhamphorhynchus*nak hegyes fogak ültek csőrszerűen megnyúlt állkapcsában. A *Rhamphorhynchus*nak Eichstättből olyan példánya is előkerült, amely a repülőhártya és a farki vitorla lenyomatát is tökéletesen megőrizte. Fogazata arról tanúskodik, hogy a *Rhamphorhynchus* halakra vadászott. Nagy szemei azt a föltevést teszik valószínűvé, hogy az állat éjszakai életmódot folytatott.

A szárazföldön a jurakorszak folyamán a rettenetes sárkányok (*Dinosaurusok*) uralkodtak. Ezek sorába tartoznak a Földön valaha is élt legnagyobb szárazföldi állatok, melyek sajátságos és fölöttébb furcsa külsejükkel már régóta magukra vonták a figyelmet. Általában két csoportra osztják őket, aszerint, hogy medenceszerkezetük gyíkszerű (*Saurischia*) vagy pedig inkább a madarakéhoz hasonló (*Ornithischia*).

Egyik legsajátságosabb képviselője a *Dinosaurusok*nak a hátán hatalmas pikkelytaréjt viselő *Stegosaurus*. Ennek maradványai Amerikából kerültek elő s hosszú időbe tellett, amíg helyes képet sikerült alkotni róla. Az újabb elképzelés szerint lábállása inkább emlős-, mint gyíkszerű volt. Testének hossza 6-9 m, magassága meg mintegy 3½-5 m volt. Ennél az állatnál tették azt az érdekes megfigyelést, hogy a keresztcsontban levő gerincevelő tömege sokszorosán felülmulja az agyvelő tömegét. Ez a megállapítás valamennyi *Dinosaurus*ra érvényes ugyan, de sehol sem lép föl ez a jelenség olyan szembetűnően, mint a *Stegosaurus*nál. Ez a tény is már világosan igazolja, hogy a *Dinosaurusok* szellemi fejlettsége rendkívül alacsony fokon állott!

A legismertebb *Dinosaurusok* egyike a 25 m hosszúságot elérő *Diplodocus carnegiei*. Ennek a maradványai ugyancsak Északamerikában kerültek elő. Magasan fekvő ornyilásaiból Ábel arra következtetett, hogy az állat nagyjából a mocsarakban élt. Hosszú nyaka és hosszú farka volt. Óriási termetükhöz képest a fej valóban piciny. Ujjonjáró állat volt, úgyhogy ennek a végtagjai is emlősszerű állást mutatnak.

Hasonló volt hozzá az *Atlantosaurus*, valamint a *Brontosaurus* is. Mindkét maradvány Észak-amerika felső jura rétegeiből ismeretes. A *Brontosaurus*nak, ennek a mintegy 20 m hosszú rettenetes gyíknak a nyaka jóval vaskosabb volt mint a *Diplodocus*é. Ez is ujjonjáró állat volt és éppen úgy főleg a mocsarakban tanyázott, mint a *Diplodocus*.

Európából ismeretes a *Megalosaurus*.

A húsevők sorából említhetjük a *Laelaps* nevű *Dinosaurust*. Csak 7-10 m hosszúságot ért el az *Allosaurus*, míg a *Ceratosaurus*, amelynek orrán hatalmas háromszögletű taraj és szemnyílásai előtt dudor emelkedett, mindössze 4-5 m hosszú volt.

A legnagyobb állat azonban a Brachiosaurus volt, amelynek legszebb maradványai Afrikából kerültek elő s összeállított csontváza ma a berlini természettudományi múzeum egyik büszkesége. Élő súlyban kb. 800 mázsát nyomhatott s felkarcsontja 2,10 m-t tett ki.

A jurakorszaknak az élet fejlődéstörténete szempontjából egyik legjelentősebb lelete az az ősi madár, amely a Föld életében első képviselője a madaraknak. Bizonyos fokig átmenetet alkot a gyíkfélék és a valóságos madarak között. Két példányban kerültek elő ennek az ősmadárnak a maradványai Solnhofenben. A vizsgálatok kiderítették, hogy a kétféle maradvány két nemzetséget képvisel: Archaeopteryx és Archaeornis. Az állatnak madárszerű feje volt, de állkapcsaiban hegyes fogak ültek. A mellső végtag szárnyá alakult át, de végén három szabad, karmokkal ellátott ujj volt. A láb és a medence felépítése madárjellegű, de a csigolyák két oldala homorú, ami megint hüllő jelleg. Viszont kétségtelenül megállapítható a maradványok alapján, hogy tollai voltak, mert a tollak lenyomata is megmaradt. Roppant fontos maradványok ezek, mert a madarak származására vonatkozólag nagyon lényeges adatokkal bővítették ismereteinket. Az újabb vizsgálatok olyan mélyreható különbségeket mutattak ki a két maradvány között, hogy ezek alapján az Archaeopteryxben a futó, az Archaeornisban pedig a repülő madarak legősibb alakját látják. Mindenesetre nyílt kérdés még ezidő szerint, hogy hogyan szerezték meg a madarak a repülés tehetségét. Erre nézve két elmélet áll egymással szemben, melyek közül egyiket a híres bécsi tudós, Ábel, a másikat meg a világhírű magyar kutató, Nopcsa báró képviselte. Ábel véleménye szerint az első repülő madár fákról leugráló kis termetű Dinosaurusból alakult ki, míg Nopcsa báró felfogása szerint két lábon ugráló alakokból származtak az első madarak.

Az emlősök csak jelentéktelen szerepet játszottak ebben az időben. Előkerült maradványaik mind az alacsonyrendű emlősöket képviselik.

c) A kréta.

A földtörténeti középkor utolsó szakasza a kréta. Felsőbb részében nagy szerepet játszik üledékei között az írókréta. Innen származik a korszak elnevezése is. Igaz ugyan, hogy a krétás üledékek tkp. csak Anglia, Franciaország és Németország területére szorítkoznak s így e korszak neve aránylag csak kisebb területre érvényes, de ez az elnevezés annyira általánosan elfogadott lett, hogy nem is gondoltak a név megváltoztatására. A krétakorszak üledékeinek összvastagsága nem kevesebb, mint 3500 m, ami mind a triashoz, mind pedig a jurához viszonyítva nagyon tekintélyes vastagságnak mondható. Ennek a jelentős vastagságú üledéksorozatnak az alján és tetején legtöbbször édes- és felsősvízi üledékekkel találkozunk. A többi üledék között mészköveket, márgákat, agyagokat, homokköveket stb. találunk. Gyakoriak a zátonymészkövek, melyek felépítésében főleg moszatok, korallak és durvahéjú kagylók vesznek részt. Sajátságos és jellemző üledéke a krétakorszaknak az a homokkőves üledéksorozat, amely az Alpsek északi oldalán „flysch”, nálunk pedig kárpáti homokkő néven ismeretes s világszerte elterjedt. A kárpáti homokkő leülepedése a krétában kezdődött meg, de folytatódott még kb. a harmadkor közepéig is. A kárpáti homokkő közettani szempontból azért sajátságos képződmény, mert ilyen iszapos homokkövek általában ritkán lépnek föl. De őslénytani tekintetben is nevezetes ez a képződmény, mert az ősmaradványok csak nagyon szóróányosan fordulnak elő benne. Igaz ugyan, hogy néha nagyobb tömegben találhatók ebben a kőzetben az egysejtű állatok héjacskaí, azonban a magasabbrendű állatok sorából rendszerint csak felismerhetetlen kagylótöredékeket szolgáltat. A legújabb időkben Erdély fáradhatatlan földbúvára, Bánya János talált néhány kagylómaradványt a kárpáti homokkő rétegei közé bezárva. Bécs környékén pedig évtizedeken keresztül folyó kiterjedt gyűjtés eredményeként számos csiga és néhány fereg csúszásnyomát találták meg ebben a képződményben.

Ábel vetett fényt ennek a nagyon elterjedt üledéknek a keletkezési viszonyaira. Szerinte a kárpáti homokkő képződését a mai mangrove-erdők sajátságos viszonyaival magyarázhatjuk meg. Az az üledék, amely a földtörténet hosszú évein keresztül kárpáti homokkővé lett, olyasféle lehetett, mint a mai mangrovés területek sötét, késszürke színű iszapos képződménye. Valóban ilyesféle anyagból kellett kialakulnia a kárpáti homokkőnek is. Ábel azt is megfigyelte a mai mangrovés területeken, hogy amíg víz borítja a cserjéket, egyedekben gazdag állatvilág népesíti be a tengert. Mihelyst azonban a víz visszahúzódik, nyoma sincs már az egykori mozgalmas életnek, mert - egyebek között - az ilyen természetű iszapban rendkívül hamar rothadnak el a szerves eredetű anyagok. Ez a megfigyelés pedig érthetővé teszi most már számunkra a kárpáti homokkő nagy szegénységét ősmaradványokban.

A kréta korszak idején jelentős vulkáni tevékenység is volt, úgyhogy a kréta korszak képződményeinek a felépítésében a tűzi eredésű kőzetek is nagy szerepet játszanak. A legnagyobb méretű ezek között az indiai Dekkan-fensík mintegy 300.000 km²-es és 2000 m vastag bazaltos takarója.

Míg a tengerek a krétakorszak első felében a jurabeli nagy előnyomulással szemben visszahúzódást tüntetnek föl, addig a krétakorszak második felében újra nagyméretű tengeri előnyomulásnak vagyunk a tanúi. Az alpidi hegyképződés geoszinklinális szaka eléri tetőpontját, egyúttal pedig megkezdődnek azok a most már nagyobb méretű hegyképző mozgások, amelyek a fiatal lánchegységek kialakulásához vezetnek. A fiatal lánchegységek részben a Csendes Óceán partjait övezik (circum-pacifikus hegrendszer), részben pedig nyugatkeleti irányban húzódnak az Atlasztól a Pireneusokon, Alpeseiken, Kárpátokon stb. keresztül a Szunda-szigettengerig. Az orogenetikus időszak beköszöntével megszűnik lassan a mezogea óceánokkal jellemzett, ú. n. thalassokratikus képe, hogy a kainogeát a szárazulatnak egyre jobban való uralomrajutása, a geokratikus időszak jellemezze.

A krétakorszak jelentős tűzhányói működése már jelzi a megindult hegyképző folyamatokat. A hegyképződés a krétakorszak folyamán három redőződésben nyilvánult meg. Ezek közül az ausztriai gyűrődés az alsó és felső kréta között, a szubhercini a felső krétában, míg a laramiai a kréta és harmadkor határán ment végbe.

Ezzel a hegyképződéssel zárul a földtörténeti középkor materiális fejlődése.

Az élet történetében a krétakorszak nevezetes változások ideje. A növényvilág sok maradványát találjuk meg még a 70° északi szélesség alatt is. Grönlandból ismeretes olyan krétakorszakbeli flóra, amely hatalmas, mamutfenyő-, tölgyfa-, kámforfa-, magnolia-, babérfastb.-ból álló kiterjedt erdőségeket alkotott. Az egy- és kétszikű növények hirtelen föllépésének időszaka a kréta. A kréta első felében ezek a növények még csak szórványosan jelentkeznek, de a felső krétában már nagy változatosságban és nagy mennyiségben találjuk maradványaikat. Számos növénymaradvány került elő Délanglia legalsó krétakori, ú. n. wealden rétegeiből is, ahol még megtalálhatók a jurában föllépő, de a krétában már ki is pusztuló Bennettites-félék. Krassó-Szörény megye területén ekkor élt a Jurányia hemiflabellata nevű pálma. Általában a felső kréta korszakbeli növényvilággal már a mai típusú flóra jelenik meg a Föld felszínén.

Az állatvilág szempontjából a kréta egyike a legnevezetesebb földtörténeti időszakoknak: rendkívül sok degenerációs jelenség nyilvánul meg a kréta állatvilágában és sok állatcsoport pusztul ki itt aránylag hirtelen, utódok nélkül.

Az egysejtű állatok közül nagy tömegben lépnek föl a Globigerinák, Textulariák, azonkívül az Orbitolinák és Orbitoidesek. Ezen egysejtű állatok milliárdjai építik föl az írókréta rétegeket is.

A szivacsok nagy változatosságban népesítik be a krétakori tengereket s szinte azt mondhatjuk, hogy ekkor érik el virágzásuk tetőfokát. A korállok ugyancsak nagy tömegben éltek ekkor s helyenként hatalmas zátonyokat alkottak. Számos faj képviseli a túskebőrűeket. A puhatestű állatok törzsében a kagylók és csigák között hatalmas természetű, vastaghéjú alakokkal találkozunk. Az Actæonellacsigák Erdély területén is nagy tömegben gyűjthetők. Rendkívül jellemzők a kagylók közül az ökörszarvalakú durvahéjú kagylók (Hippurites, Radiolites). Ezek is nagy kiterjedésű zátonyokat alkottak a meleg égővek tengereiben. Ugyancsak a krétakorszak jellemző kagylói az Inoceramusok, melyek a kagylók legnagyobb formái közé tartoznak s a krétában az egész Földön elterjedtek voltak. Több fajuk csak rövid ideig élt, úgyhogy rendszerint jó szintjelző kagylók. A jurához hasonlóan a kréta folyamán is még nagy változatosságban éltek a Trigonina nemzetségbeli kagylók.

Az ammoniták sorában a korcsosodás félreismerhetetlen jeleivel találkozunk. A házak lassacskán kicsavarodnak (Crioceras, Ancyloceras), néha pedig csigaházszerűekké válnak (Turritiles). Több alaknál újra egyszerűbbé válik a varratvonal, amelynek legbonyolultabb formáival a jurakorszak folyamán találkozunk. Mindezek a jelenségek ennek az állatcsoportnak a korcsosodását bizonyítják. Az ammoniták a krétakorszak végén aztán nyomtalanul ki is pusztulnak s ezzel a Föld középkorának egyik legjellegzetesebb állatcsoportja tűnik le az élet színpadáról. (Az Indoceras baluchistanense állítólag harmadkori rétegekben még megtalálható.) Az elkorcsosuló ammoniták egyébként szintén jó szintjelzők, éppenúgy mint triasz kori és jurabeli elődjeik. A Belemniták még szintén megtalálhatók a krétakorszakban, de már kissé módosult formában. Ezeket Belemnitella néven ismerjük s közülük a Belemnitella mucronata helyenként nagy tömegben lép föl.

A gerinces állatok körében ismét a hüllők között találjuk a legszembeszökőbb maradványokat. Sorukból főleglétjük a Maas (Meuse) mentéről előkerült 12 m hosszúra nőtt Mosasaurust. Ez a gyíkszerű állat teljesen a vízi életmódhoz alkalmazkodott. Ugyancsak a hüllők közé tartozik a mai rhinocerosz-félékre emlékeztető Triceratops is. Koponyáján két hatalmas, meg egy kisebb szarva volt, amelyek biztos támadó fegyverül szolgáltak. A Triceratops maradványait Amerika felső krétakori rétegeiben találták meg, de legrégibb ősök még Ázsiában élt (Protoceratops andrewsi).

Nevezetes alakjai a krétakori faunának a kenguru módjára két lábon ugráló ősi sárkánygyíkok. Közöttük találjuk ezen állatcsoport legvérengzőbb ragadozóit is. Ilyen volt a nagyfejű kengurusárkány (Antrodemus), amelynek koponyája 88 cm hosszú volt. Hossza kb. 6-7 m lehetett. Még hatalmasabb volt a Tyrannosaurus rex, amelyet magyarul az ősgyíkok zsarnokának szoktak nevezni. Ez az állat több mint 12 m-es hosszúságot ért el. Koponyája $\frac{5}{4}$ m hosszú s 1 m magas volt. Fogai 12 cm-es hosszúságot értek el. Két lábon ugrálva mozgott ez is, mellső végtagjai nagyon elsatnyultak. Nopcsa kiszámította, hogy a száj térfogata meghaladta a 20 litert is.

Ezek mellett a ragadozó, kétlábon ugráló ősgyíkok mellett ismeretesek azonban növényevők is. Közülük az Iguanodon a legjobban tanulmányozott alak. Az Iguanodon nevét onnan kapta, hogy foga a leguan gyík (Iguana) fogához hasonló. A belgiumi Bernissart bányájából egész sereg került elő az Iguanodonokból, amelyek ma a bruxellesi múzeumot díszítik. Általában 8-10 m magasak, de vannak 18 m-es óriások is köztük. Az Iguanodon állandóan két lábon ugrált. Mellső végtagján 5, a hátsón 3 ujja volt. A kéz hüvelykujja nem volt mozgatható, derékszögben állott a kéz tengelyéhez és hatalmas karomban végződött. Ez az erős karom volt az Iguanodon egyetlen fegyvere kortársainak támadásaival szemben. Farka aránylag rövid, de nagyon vastag volt, a földet csak pihenő helyzetben érintette, menés vagy futás közben mint egyensúlyozó szerv szerepelt. Belgiumon kívül Angliából és Németországból ismeretesek olyan nyomok, amelyekből az Iguanodonra következtethetünk.

A krétakori hüllők között a kacsacsőrű ősgyík (*Trachodon*) azért is nevezetes, mert ennek mumifikált bőre is megmaradt. A *Trachodon* is növényevő állat, szájában nem kevesebb mint 2072 fog volt. A kacsá csőrére emlékeztető állkapcsát szarúkáva borította. A *Trachodon* mintegy öt méter hosszú állat volt. A mumifikált példány gyomrában még utolsó ebédjének maradványait is megtalálták.

Magyarország területéről is ismeretesek *Dinosaurius* maradványok. Nopcsa Ferenc báró családi birtoka területén, a hunyadmegyei Hátszeg közelében találta meg ennek a sajtószerű állatcsoportnak néhány képviselőjét. Közöttük a *Struthiosaurus* a leghíresebb.

A repülő gyíkok legnagyobb faja ugyancsak a krétakorszakban élt. Ez volt a *Pteranodon*, amelynek koponyáján hatalmas csonttaréj húzódott, kiterjesztett szárnyainak két vége pedig 8 m 16 cm-nyire volt egymástól. Ez volt a legnagyobb repülő állat, amely mellett a mai repülő életmódot folytató állatok óriásai is valósággal eltörpülnek.

Rendkívül érdekesek a kréta madármaradványai is. Ezek sorából az ősvöcskőket (*Hesperornis*) és az ősi csér-féléket (*Ichthyornis*) említhetjük. A *Hesperornis*-nak felső csőrkájában 28, az alsóban pedig 33 foga volt közös barázdában. Ezzel szemben az *Ichthyornis*-nak a fogai külön-külön fogmederben ültek. Erdély területéről a Nopcsáról elnevezett ősvilági kárókatona (*Elopteryx nopcsai*) ismeretes a krétából.

Az emlősöket ebben az időben még szintén csak az alacsonyabbrendű csoportok képviselik. Az emlősök fölvirágzása csak a krétakorszak után indul meg.

A krétakorszakot úgy szokták emlegetni, mint sok állatcsoport nagy temetőjét. Ebben sok igazság van, mert a kréta végével valóban sok addig virágzó állattörzs tűnik le nyomtalanul. Főleg az ammoniták és dinosauruszok letűnése föltűnő. Azonban hirtelen kipusztulásáról mégsem beszélhetünk, mert ezeknek az állatcsoportoknak az elkorcsosulása nyomról-nyomra követhető, úgyhogy kipusztulásuk tkp. hosszú korcsosodási folyamat következménye. Különösen a Dinosauruszoknál tanulmányozható ez jól. Az ezirányú vizsgálatokat az ősélettan kiváló magyar bűvárának, Nopcsa Ferencnek köszönhetjük.

Nem volna teljes a krétakorszakról adott vázlatunk, ha nem említenénk meg, hogy ebben a korban is nagymérvű szénképződés ment végbe, amelynek nyoma hazánk területéről is ismeretes. A krétakorszakban feketeszéntelepek keletkeztek, melyeknek hazánkban legfontosabb bányája Ajka községben található. De Magyarország még egy bányakincset köszönhet a krétakorszaknak: világhírű bauxitlepeit. Az alumínium érce a jelentéktelen külsejű bauxit. Ebből hazánkban jelentős mennyiségek vannak föltárva főleg a Dunántúlon s kisebb mennyiségben a Biharban. A magyarországi bauxitok szintén a krétakorszakban képződtek.

9. AZ ÚJKOR.

Az újkor (kainozoikum) a Föld történetének utolsó szakát foglalja magában. Az újkor Földje a kainogea. Története rendkívül mozgalmas és színes. Mivel az újkorból már nagyon sok maradvány került elő, természetes, hogy valamennyi földtörténeti időszak közül az újkor történetét ismerjük legrészletesebben. A Föld évmilliárdokat felölelő történetében az újkor aránylag nagyon rövid időszakot jelent csak. De az előkerült ősmaradványok nagy tömege a tudomány számára szinte kimeríthetetlen kincsesbányát jelent s ez magyarázza meg az újkor „népszerűségét” a tudományban. A talajkincsek sokasága meg a gyakorlati élet számára teszi rendkívül fontossá ezt az időszakot. Jelentékeny kiterjedésű olaj- és földgázmezők, hatalmas vastagságú széntelepek, gazdag érctermő vidékek, tekintélyes sótelepek s a Föld kincseinek még egész sorozata kapcsolódik az újkorhoz, ami könnyen érthetővé teszi az újkor fontosságát a gyakorlati élet szempontjából is. Végül pedig arra kell még utalnunk, hogy a kainogea legfontosabb eseménye az ember megjelenése a teremtés színpadán. Ezzel a Föld a szellem lakóhelyévé vált s az anyagi és állati fejlődés után megkezdődött a Földön a szellem fejlődése is, aminek végeredményben az Isten hasonlóságára való törekvés a célja.

Az újkort harmadkorra és negyedkorra osztjuk föl. A harmadkorban a paleocén, eocén és oligocén alkotja a paleogént, a miocén és pliocén pedig a neogént, a negyedkorban pedig a pleisztocént és holocént különböztetjük meg. Újabban *Gaál* István azt javasolja, hogy ehelyett a fölosztás helyett kezdő, középső és végső szakra osszuk be a földtörténetnek ezt a legfiatalabb idejét. Gaál beosztása szerint a paleocén és eocén tartozik a paleogénba, az oligocén és miocén a mesogénba és a pliocén és negyedkor (nála pantocén) a neogénba. Minthogy Gaál felosztása még nem ment át a köztudatba, azért e helyen az általánosan használt beosztás szerint az újkort harmad- és negyedkorra osztva tárgyaljuk majd.

Az újkorban az anyag fejlődése ismét hatalmas lépéssel halad előre. Erre az időre esnek az alpidi hegyképződés legnagyobb gyűrődései, amelyek kialakították a mai fiatal lánchegységeket. Lassan a szárazulatok és óceánok eloszlása is egyre jobban megközelíti a mai állapotokat.

Az animális evolúció terén az újkor legfontosabb jelensége az emlős állatok gyors kialakulása. Az újkor uralkodó csoportja az emlősök osztálya. S itt kezdődik meg a szellem fejlődése is, ami a Föld történetében az evolúció legmagasabb fokát jelenti.

a) A harmadkor.

A harmadkorban a tengerek és szárazulatok eloszlása egyre jobban megközelíti a Föld mai arculatának képét. Dél- és Közép-Európa területén ugyan a Tethys még megvan, többször is előnyomul, de végeredményben fokozatos visszahúzódása figyelhető meg. Európa É-i részeibe még az Északi-tenger nyomul be s a harmadkor elején Belgiumnak, Franciaországnak és Délangliának jelentékeny részét borítja. Magyarországról a harmadkor vége felé húzódik csak el az utolsó tenger, a Tethys északi része. Utána félsósvízi beltenger, majd számtalan tó borítja az ország földjét. A harmadkor végén azután a tavak is eltűnnek s kialakul nagyjából az a földrajzi kép, amelyet ma is magunk előtt látunk.

Hegyképződés szempontjából a harmadkor nagyon mozgalmas időszak. A harmadkor első felében a középalpidi hegyképződés két gyűrődése (pireneusi és szávai), a második felében pedig az új alpidi hegyképződés öt gyűrődése (ó- és újstájer, attikai, rhodáni és wallachiai) alakítja ki a mai fiatal lánchegységeket. Ezzel a kainogea fejlődésében elérte a maihoz már

nagyon hasonló képet. Hiszen a Föld arculatának legjellemzőbb vonását ma éppen a lánc-hegységek adják, amelyek az Óvilágban Ny-K-i, Amerikában pedig É-D-i irányban futnak le.

A harmadkor hegyképző mozgásaival kapcsolatban nagyarányú tűzhányói tevékenység megy végbe. Különösen Magyarország területén működött sok vulkán, amelyek andezitot, riolitot, bazaltot és dacitot, meg ezek tufáit szórták ki, A vulkáni működéssel kapcsolatosak nagyrészt hazai erőtelepeink is.

A harmadkor üledékei általában lazák. Ezzel magyarázhatjuk, hogy teljes vastagságuk mintegy 12.000 m-t tesz ki. Ebben a nagy vastagságú sorozatban homokok, homokkövek, kavicsok, agyagok, márgák és mészkövek játszik a legfontosabb szerepet.

A harmadkor növényvilágában már minden mai magasabb rendszertani csoport is képviselve van. A növényvilágról jó képet adnak a széntelepek is. A sok növényi maradvány alapján pedig messzemenő következtetéseket vonhatunk le a harmadkor klímájára is. A harmadkor hőmérsékletéről azt tudjuk, hogy ez jóval enyhébb volt a mainál. Messze északon még olyan növények díszlettek, melyek ma csak a meleg égöv alatt találhatók.

Az állatvilág képviselői között a harmadkor elején Európában óriási tömegben fordultak elő az egysejtűek közé tartozó Nummulinák. Magyar szempontból büszkéek lehetünk arra, hogy a Nummulinának két világhírű kutatója is volt a magyar tudósok között: a múlt században Hantken Miksa s századunkban a nemrégiben elhunyt Rozlozsnik Pál. A Nummulinakon kívül az egysejtűeknek még egész sora népesítette be a harmadkor tengereit.

Különösen fontos szerephez jutnak a harmadkorban a gerinctelen állatok közül a kagylók és csigák. Segítségükkel történik a harmadkor pontosabb taglalása is.

Legfontosabb azonban az állatvilág fejlődése az emlősök osztályában. Már többször említettük, hogy az újkor az emlősök uralmának a kora. Erre az időre esik ugyanis az emlősök hirtelen kialakulása, amely végül is az ember megjelenésében érte el tetőfokát. A sok emlős-maradvány között sajátságos gyűjtőtípusokat is találunk, amelyek ma egymástól már távol álló csoportok bélyegeit foglalják magukban. Az egymásután következő korokból egyre magasabb fejlettségi fokon álló emlősök maradványai kerülnek elő, ami már családfák fölállítását is lehetővé teszi. Különösen a lovak és elefántfélék családfáit tanulmányozhatták részletesen.

Így pl. az elefántfélék családfáját az alsó eocénig vezették vissza. Egyiptom alsóeocénkori rétegeiben találták meg a kb. tapir nagyságú Moeritherium maradványait. A Moeritherium az elefántféléket a tengeri szirénákkal hozza közeli rokonságba. Az elefántfélék fogzatánál észlelhető nagyobb redukciónak a nyoma már a Moeritheriumon is jelentkezik. Az agyar - bár még csak kis mértékben - már ennél az állatnál is fejlett. Nemcsak a felső, hanem az alsó állkapocsban is találunk egy pár agyarrá nőtt fogat. Felső ajka is már megnyúlt kissé, de még korántsem olyan tekintélyes ormány, mint az elefántoké.

Utódja a Palasomastodon, amelynek maradványai ugyancsak Egyiptomból, azonban már oligocénkori rétegekből kerültek elő. A fogredukció a Moeritheriumhoz képest még tovább haladt. Agyarai fejlettebbek a Moeritherium agyarainál. Ormánya is már hosszabb.

Az újharmadkorban már a Mastodon jelenik meg, ez a külsejében már nagyon elefántszerű állat. Az Ó- és Újvilágból egyaránt számos fajuk ismeretes. Némelyikük szintjelző. Egyik fajuk a Mastodon angustidens, amelyből két törzs fejlődése indul el, egyrészt a lemezes fogú elefántok, másrészt a gumós fogú ormányosok. A lemezes fogú alakokból jöttek létre a mai elefántfélék. A Mastodon-féléknél állandóan nagyobbodik a felső agyarpár, valamint az ormány is, míg az alsó agyar fokozatosan kisebbedik. Az alsó agyar a Mastodonok utódjánál, a Stegodonnál már egészen csökevényes. Belőle két irányban alakultak ki a mai elefántok:

egyrészt a *Loxodon* alnembe tartozó afrikai elefánt, másrészt pedig az *Euelephas* alnemet képviselő indiai elefánt.

A valódi elefántok is megjelennek már a harmadkor végén. Közéjük tartozik a 4 m-es vállmagasságot is elérő déli elefánt (*Elephas meridionalis*).

A hibás alkalmazkodás egyik legismertebb példája, a kapafogú őselefánt (*Dinotherium*) szintén az ősi ormányosok közé tartozik. A kapafogú őselefánt ugyancsak tekintélyes nagyságot ért el. Alsó agyarai lefelé-hátra görbültek. Fogazata egyébként erősen redukált. Ez a nemzetség aránylag rövid ideig élt csak s utódok nélkül pusztult ki a harmadkorban.

A másik híres családja pedig a lovak származására vet világot. A lovak törzsfejlődésének két legszembeszökőbb bélyege a négy ujjú lábnak egyujjúvá való alakulása és az előzáfogoknak a záfogakhoz való hasonlóvá válása.

A lovak legősibb alakjai Északamerikából ismeretesek. Ebből származott le még a paleocénban az európai *Hyracotherium* és az északamerikai *Eohippus*. Míg a *Hyracotherium*-ból az európai eocén és oligocén változatos lóféléi fejlődtek ki (*Palæotherium*, *Anchilophus* stb.), melyek az oligocénban már ki is pusztultak, addig az északamerikai törzs az óharmadkor folyamán formákban aránylag nem gazdag. Az *Eohippus* mellső végtagján 4, hátsó végtagján azonban csak 3 ujj van, de az első és utolsó ujj csökevényei is még felismerhetők. Az *Eohippustól* az *Orohippuson*, *Epihippuson* és *Mesohippuson* keresztül vezet az út a *Miohippusig*. Az ó- és újharmadkor határán Amerikában élő *Miohippustól* részben számos amerikai forma származott le, részben az ugyancsak amerikai *Parahippus*, részben pedig az európai *Anchitherium*. Az *Anchitherium* azután a miocénban már kipusztult, úgyhogy a lovak törzsfájának ez már a második, Európában kipusztult hajtása. A *Parahippusból* fejlődött ki Amerikában a *Merychippus*. Ennek mind mellső, mind pedig hátsó lábán 3 ujj volt, de a szélső ujjak már nem érintették a földet. A *Merychippus* újra számos amerikai lófélé ősalakja lett, köztük a *Hipparioné* is. A *Hipparion* Északamerikából átvándorolt Európába is. Míg az amerikai alakokból végül is a jégkorszak folyamán utód nélkül kipusztult *Neohippus* alakult ki, addig az Európába vándorolt, még mindig 3 ujjú *Hipparionból* az *Equus* nemzetség jött létre, amelybe maga a ló is tartozik. A lónak már csak egy ujj van végtagjain, a 2. és 4. ujj már teljesen elcsökevényesedett. A fogak törzsfejlődése folyamán pedig a lovaknál az előzáfogok a valódi záfogakhoz teljesen hasonlóakká válnak.

Az elefántfélék és lófélék családfája az egész harmad- és negyedkoron át követhető. Kétségtelen, hogy alig van ezeken kívül még családja, amelyet ilyen részletességgel ismerünk, de mégis egész sora ismeretes az emlősmaradványoknak, amelyek alapján a harmadkor emlősvilágáról már kimerítő és részletes képet alkothatunk magunknak.

A patás állatok rendkívül változatos csoportja mellett a ragadozók is nagy formagazdagságban lépnek föl a harmadkorban. Köztük a *Pikermiből* előkerült hiéna (*Hyæna eximia*) meg a kardfogú tigris (*Machairodus*) talán a legismertebbek.

Már a harmadkor elején feltűnnek a majmok is, eleinte kezdetlegesebb formáik, majd a harmadkor vége felé a rendszertanilag magasan álló alakok is. Ezzel aztán megjelennek az állatvilág legmagasabb rendű fajai is az élet színpadán. A harmadkorban tehát az animális evolúció újabb hatalmas lépéssel haladt tovább.

A harmadkorból emberi maradványokat nem ismerünk. Vannak azonban olyan kutatók is, akik ennek ellenére föltételezik, hogy már a harmadkor legvégén élt olyan szellemmel megáldott lény a földön, aki már valóban embernek tekinthető. Adatok erre vonatkozólag nem állnak a rendelkezésünkre s így egyelőre nem is örvend népszerűségnek az a föltevés, amely az ember megjelenését már a harmadkor végére helyezi.

b) A negyedkor.

A negyedkor (quarter), amely a jégkorszakot (pleisztocén, diluvium) és a jelenkort (holocén v. alluvium) foglalja magában, az ember korszaka. A szellemmel bíró ember után a negyedkort pszichozoikumnak is nevezik.

A szárazulatok és tengerek eloszlása már nagyon hasonló volt a negyedkor elején is a mai állapotokhoz. Ennek következtében aránylag nagyon kevés helyről ismerjük csak a negyedkor idősebb tagjának, a pleisztocénnek a tengeri üledékeit.

A negyedkor egyik legnevezetesebb földtörténeti eseménye a pleisztocén korszakbeli eljegesedés. Erről nevezik a negyedkor idősebb szakát jégkorszaknak. A Föld történetében már több jégkorszakkal találkoztunk, de a negyedkori eljegesedés viszonyai a legismertebbek, hiszen ez áll hozzánk legközelebb. Hogy mi az eljegesedés oka, azt még mindmáig nem sikerült teljes bizonyossággal megállapítani. Újabban a Milankovics-féle elmélet nyomán, amely szerint az ekliptika változásaira kell visszavezetni az eljegesedéseket, hazánkfia, Bacsák György, szerzett érdemeket a jégkorszak tanulmányozásával. Kétségtelen, hogy a Föld történetében a hegyképződés, tűzhányók működése, széntelepek kialakulása és jégkorszakok valamilyen okozati kapcsolatban állanak egymással, de ennek a nagy ritmusnak a pontos körülményeit eddig még nem sikerült teljes bizonyossággal kinyomozni.

A jégkorszak idején Európa és Északamerika közepe tájáig és Ázsia északibb vidékeiig nyúlt le a nagy sarki jégpáncél. A déli féltekén pedig az Antarktiszt és Délamerika DNy-i részét fődte a jég. Az Alpok jégárjai is messze lenyúltak mai határaik alá. Az eljegesedett (glaciális) területek körül pedig lösz rakódott le a jégkorszak folyamán. A lösz hazánknak egyik legelterjedtebb jégkorszaki képződménye.

A jégkorszak folyamán az éghajlat nem volt egységesen hideg. Penck és Brückner vizsgálatai óta tudjuk, hogy az Alpokban 4 nagyobb eljegesedési időszak (glaciális) volt (Günz, Mindel, Riss, Würm). Ezek között pedig enyhébb éghajlat uralkodott (interglaciális). Sőt maguknak az egyes jeges időszakoknak a folyamán is föllépett enyhébb éghajlatú időszak (interstadiális).

Az éghajlat zordsága következtében hatalmas tömegű belföldi jég alakult ki s a jégárak, gleccserek jóval hosszabbak voltak, mint ma. Ezek működésének nyomából következtethetünk a jégkorszakbeli viszonyokra.

A növényvilág fejlődése szempontjából nevezetesebb jelenséggel már nem találkozunk. A harmadkor végén már a mai növénycsaládok legnagyobb része kialakult, így a negyedkornak már idősebb szakában, a jégkorszakban is olyan volt nagyjából a növényvilág, mint ma.

Az állatvilág szempontjából is a maiakhoz nagyon hasonló viszonyokat találunk már a negyedkor elején. Mégis meg kell emlékeznünk a jégkorszaknak néhány nevezetesebb állatáról, amelyek ma már nem ismeretesek.

Köztük legismeretesebb az elefántfélék közé tartozó mammut. A mammut testét vörhenyes színű bunda védte a jégkorszak hidegével szemben. Mintegy 4 m-es magasságot ért el ez az állat, melynek több jégbefagyott példánya szőröstül-bőröstül került elő Szibériából. Nálunk is nagyon sok maradványát találták meg. Hatalmas agyara ma is kedvelt kereskedelmi áru, elefántcsont helyett alkalmazzák. Szibéria régebben évente átlag 20.000 kg mamutagyarat szállított. A mammutot az ősember gyakran lerajzolta s így ma már nagyon pontos képet alkothatunk magunknak róla. Ezek az ősemberi rajzok vezették Ábelt arra az elhatározásra hogy a régebbi elképzelésekkel szemben, a mammutot hátán hatalmas púppal ábrázolja. Ez a púp a felhalmozott tartalék táplálékanyag volt.

Az orrszarvúak sorából a jégkorszaki rétegekben ugyancsak találunk maradványokat. Legérdekesebbek azok az alakok, amelyek - a mammuthoz hasonlóan - szintén vastag, vörhenyes színű szőrbundát viseltek (gyapjas orrszarvú).

Hatalmas termetű szarvasok (Megaceros), sok lófajta teszik még változatossá a jégkorszak állatvilágát.

Hazánkban a barlangokból került elő a legtöbb gazdag jégkorszakbeli fauna. Ennek leggyakoribb alakja a barlangi medve, melynek maradványai némely barlangban óriási tömegben gyűjthetők, úgyhogy ennek a hatalmas jégkorszaki medvefélének minden nagyobb múzeumban több teljes csontvázával találkozunk. Gyakoriak azonban a többi ragadozónak a maradványai is: barlangi oroszlán, barlangi hiéna, barlangi farkas.

Délamerikából a foghíjas állatok csodálatos maradványai ismeretesek a pleisztocén üledékeiben. A mai öves állatok, tatuk, ősi rokonai között hatalmas termetű, nagy páncéllal ellátott formák voltak (Glyptodon), amelyek sáornak is beillettek. Rendkívül furcsa, különös megjelenésű állatok voltak ezek.

Az ember föltűnésével jelenik meg a Földön a szellem. Mint Kober mondja, a természet az ember megjelenésével lesz tudatossá. A szellemmel bíró ember megjelenése a Föld fejlődésének legfontosabb mozzanata. Az időtávlatokban megindult fejlődés eljutott a szellemmel megáldott ember megjelenéséig a Föld színpadán s ezzel a fejlődésnek újabb iránya kezdődik: törekvés a tökéletesség elérésére, az Isten képéhez való hasonlatosságra.

BIBLIOGRÁFIA

- Ábel*: Palæobiologie. Stuttgart, 1912.
- " Die Stämme der Wirbeltiere. Berlin-Leipzig, 1919.
- " Rekonstruktion vorzeitlicher Wirbeltiere. Jena, 1925.
- Andreánszky*: A palæophytologia haladása. Budapest, 1938-1939.
- " A növények elterjedése. Budapest, 1941.
- Boule-Piveteau*: Les fossiles. Paris, 1935.
- Böckh*: Geológia. Selmechánya, 1903-1909.
- Detre*: Üzenetek a világúrból. Budapest, 1939.
- Gaál*: A Föld története. Pécs, 1923.
- " A Föld és az élet története. Budapest, 1939.
- Gheyselinck*: A nyughatatlan Föld. Budapest, 1941.
- Haug*: Traité de géologie. Paris, 1927.
- Kayser*: Lehrbuch der Geologie. Stuttgart, 1924.
- Kober*: Der Bau der Erde. Berlin, 1928.
- " Das Weltbild der Erdgeschichte. Jena, 1932.
- Lambrecht*: Az őslények világa. Budapest, 1923.
- " Az ősember elődei. Budapest, 1927.
- Lankester*: Extinct animals. London, 1905.
- Mauritz-Ballenegger-Kéz-Koch*: A Föld és a tenger. Budapest, 1939.
- Papp Károly*: A Föld anyaga és fejlődése. Budapest, 1906.
- Schaffer*: Általános geológia. Budapest, 1919.
- " Grundzüge der Geologie. Leipzig-Wien, 1928.
- Stille*: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin, 1924.
- Tasnádi-Kubacska*: A mondák állatvilága. Budapest, 1939.
- Walther*: A Föld és az élet története. Budapest, 1911.