

A Föld és az élet fejlődése

A prekambrium fontosabb földtörténeti eseményei

Archaikum

- Prekambrium: a földtörténet 7/8-ad része
- Főleg magmás és metamorf kőzetek jellemzők
- Archaikum: 4,6-2,5 milliárd év
- Proterozoikum: 2,5 milliárd-570 millió év
- A Föld korai differenciációja, a szilárd litoszféra kialakulása: 4,6-4,2 milliárd év
- A Föld befogása: 3,6 milliárd év

A kezdeti lemeztectonika

- Melegebb köpeny -> kisebb és gyorsabb konvekciós áramok
- Vékonyabb, lágyabb és kisebb litoszférolemezek
- Nem volt riftesedés és szubdukció
- 3,6-3,8 milliárd évvel ezelőtt kezdődött a maihoz hasonló lemeztectonika

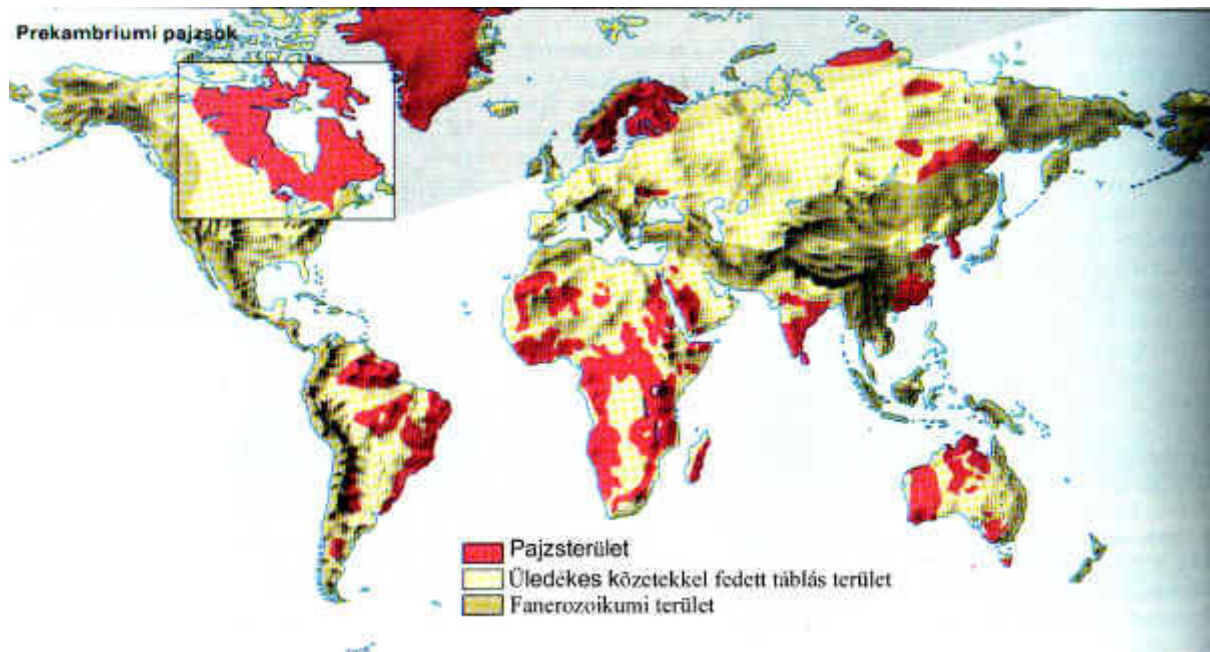
Archaikumi kőzetek

Pajzsterületeken (kratonokon) fordulnak elő

Pajzsterület: archaikumi + proterozoikumi kőzetek

A kontinensek ősi magját képezik

A fanerozoikumi hegységképződések folyamatosan növelték a kontinensek területét

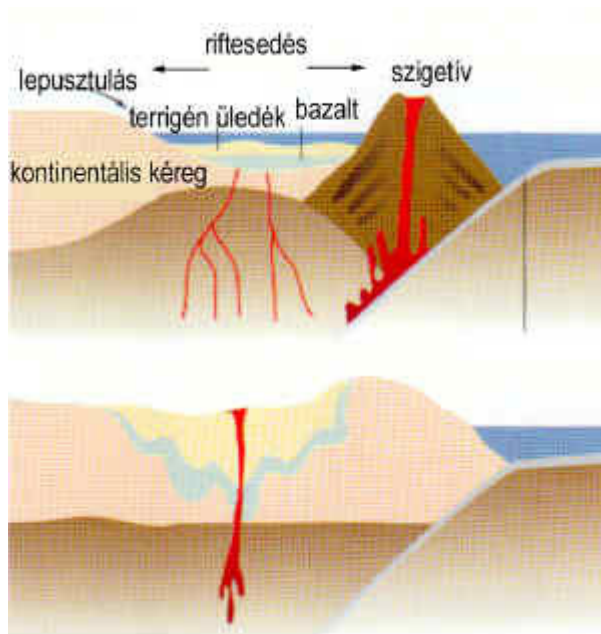
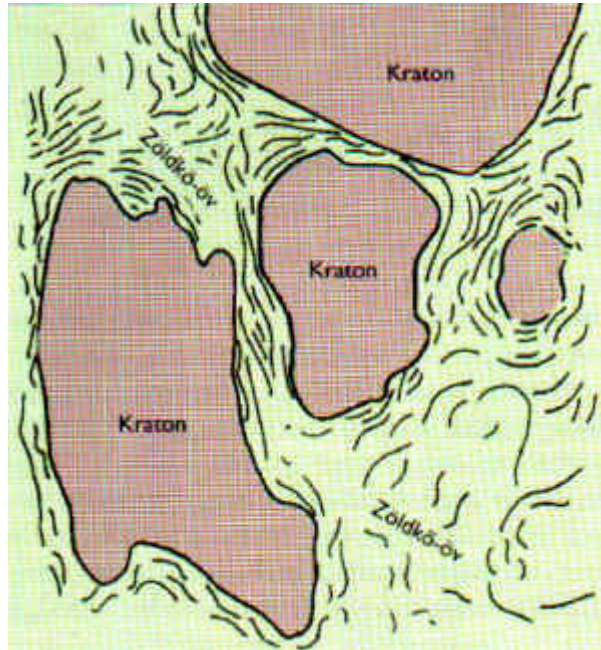


A prekambriumi és fanerozoikumi területek jelenlegi eloszlása

Gránit-gneisz formációk

- Világosszürke, durvaszemcsés gneisz
- Grániterek és gránittestek

Archaikumi kőzettípusok megjelenése. A gránit-gneisz kratonokat körülvevő, erősen gyúrt zöldkő-övek metamorfizált bazaltból és üledékes kőzetekből állnak. A terület szélessége kb. 100 km, ami az őskontinenseknek a maiaknál sokkal kisebb voltát jelzi



Zöldkő-formációk

- Bazalt, komatiit
- Tengeri üledékes kőzetek (grauwacke, agyagpala),
- Zöldpala metamorfózis kőzetei (szerpentinit, amfibolit)

Zöldkő formációk kialakulásának egyik lehetősége. Az ívmögötti medencében bazaltos vulkanizmus és üledékképződés zajlik. A kontinens és a szigetív kollíziójának bekövetkezésével ezek a kőzetek meggyúródnek és metamorfizálódnak (zöldpala metamorfózis)

Sávos vasérc formációk

- Kizárólag 3,8-1,6 milliárd évvel ezelőtt keletkeztek
- Vastartalmú és kovarétegek váltakozásából állnak
- Képződésükben a kéalgák fotoszintézise szerepet játszott

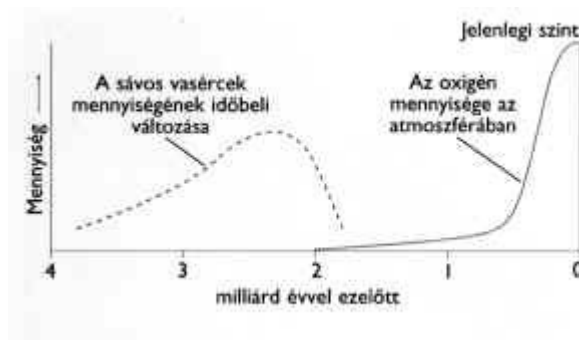


Metamorfizált, gyűrt, uralkodóan hematitból álló archaikumi sávos vasérc (itabirit). Brazília

Az atmoszféra és a hidroszféra kialakulása

Az atmoszféra eredete

- 4,6 milliárd évvel ezelőtt: legősibb atmoszféra (a szoláris nebulából származó H₂ és nemesgázok)
- 4 milliárd évvel ezelőtt: másodlagos atmoszféra kezd kialakulni a vulkáni gázokból (vízgőz, CO₂, SO₂, NH₃, CH₄, H₂S, H₂, Ar)
- 3,8 milliárd évvel ezelőtt: kéalgák fotoszintézise miatt O₂ kezd felhalmozódni a tengerben, majd az atmoszférában (néhány század %-a a mai mennyiségnek)



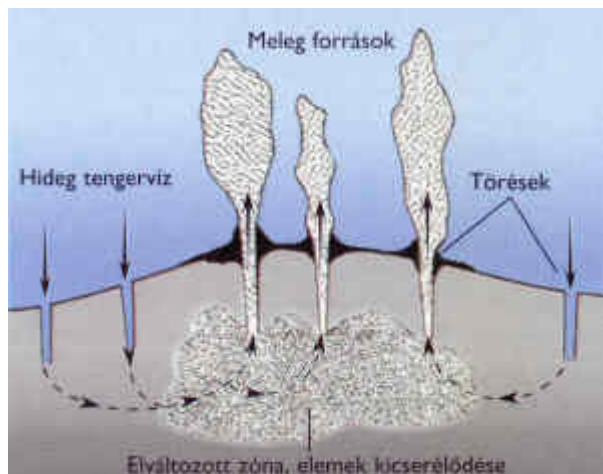
A sávos vasérc képződés és az atmoszféra oxigéntartalmának változása a földtörténet során

Előforduló vegyületek és elemek	A Föld a prekambriumban	A Föld ma	A Vénusz ma	A Mars ma
Vízgőz (H ₂ O)	80%	0-4%	0,1%	0,03%
Szén-dioxid (CO ₂)	17%	0,03%	93-98%	95,3%
Oxigén (O ₂)	-	21%	nyomokban	0,13%
Nitrogén (N ₂)	0,2%	78,1%	2-5%	2,7%
Sósav (HCl)	1,7%	-	?	?
Argon (Ar)	nyomokban	0,93%	nyomokban	0,6%

A feltételezett archaikumi és a mai légkör összetételének adatai. Tájékoztatásul a Föld két szomszédos bolygója, a Vénusz és a Mars légkörének jelenlegi összetétele is fel van tüntetve

A hidroszféra eredete

- A vizet elsődlegesen a kondrit-meteoritokból származtatják (15-20 % H₂O)
- Föld korai megolvadása: a víz az olvadékba került
- Vulkanizmus által vízgőzként a légkörbe jutott
- 4 milliárd évvel ezelőtt: a földfelszín hőmérséklete 100 °C alá csökkent, megkezdődött a víz kondenzációja
- Korai világóceán: savas, oldott sókat nem tartalmazott
- A sók a szárazföldről szállítottak be, a jelenlegi sótartalom 2 milliárd évvel ezelőtt alakulhatott ki. A sóháztartás egyensúlyában a "black smoker"-ek is szerepet játszanak



"Black smoker" keletkezése. A tengervíz beszivárog a tengeralfazatot alkotó bazaltba. A mélyben lévő magma a vizet felmelegíti, ami felfelé kezd áramlani. A forró víz felfelé áramlása közben a kőzetet oldja, de bizonyos alkotók, így a Na⁺ és Cl⁻ egy része is kiválik belőle. A tengervízzel érintkezve a kicsapódó anyag fénoxidokat és -szulfidokat is tartalmazó anhidrit-kéményeket épít

A bioszféra megjelenése

Élet: anyagcsere, növekedés, szaporodás, fejlődés

Élő anyag (szerves anyag) építőelemei: C, H, N, O vegyületei

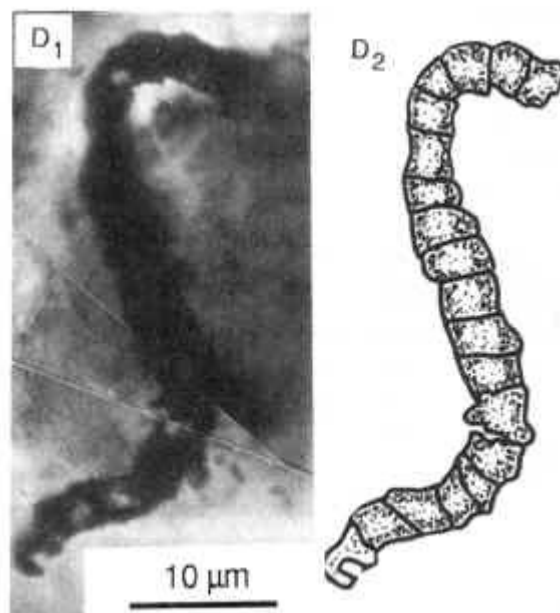
Kísérleti úton előállított "élet": "ósléggör" -> "villámlások" -> aminosavak -> esővel a vízbe kerültek -> fehérjékké csoportosultak -> mikroszférák

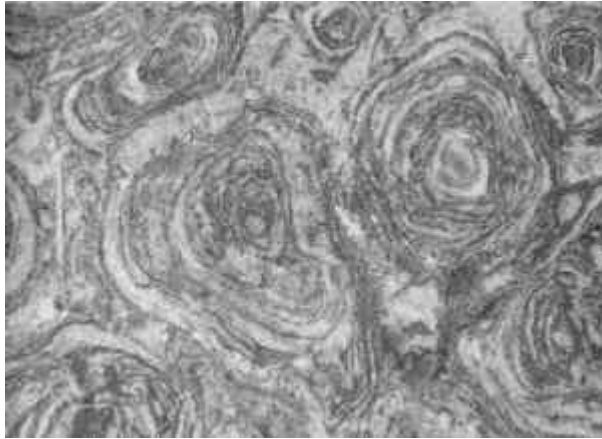
Az élet kialakulhatott a "black smoker"-ek környezetében is

Az archaikumi fossziliák

- 3,8 milliárd évvel ezelőtt: első fossziliák: prokarióták (baktériumok és kékmoszatok) -> sztramatolitok
- Isua-sorozat, Grönland, 3,8 Md év: baktériumok (?)
- D-Afrika, 3,4 Md év: Ramsey-gömbök, osztódásos szaporodás
- D-Afrika, Fig Tree sorozat: algaszerű maradványok

Baktériumszerű mikofossziliák a Ny-ausztráliai Pilbara kraton 3,5 milliárd éves kovapalájából. A legidősebb, minden vitán felül álló ősmaradványok





Ma képződő sztramatolit az árapály övben.
Shark Bay, Nyugat-Ausztrália

A sztramatolitos mészkő metszetén jól láthatók a szakaszos mészkiválást jelző koncentrikus héjak

Proterozoikum

Lemezmozgások és hegységképződés

A proterozoikum határai: 2,5 milliárd év (merev litoszférelmezek kialakulása) - 570 millió év (ediacarai fauna kihalása)

Orogenezisek: több alkalommal, több helyen. Legjelentősebbek: 2-1,9 Md és 1,3-1,1 Md évvel ezelőtt. A hegyláncok erősen lepusztultak.

Ösföldrajzi változások:

- Az archaikumi kis kontinensek ütközésével 4 nagy kontinens jött létre
- Kb. 600 mill. évvel ezelőtt ezek egyetlen szuperkontinensbe forrtak -> proterozoikumi Pangea
- A proterozoikum végén ez 2 darabra szakadt

Kontinensek riftesedése: proterozoikumban több helyen elkezdődött, de nem mindig fejlődött óceáni medencévé (Bushveld, Great Dyke)



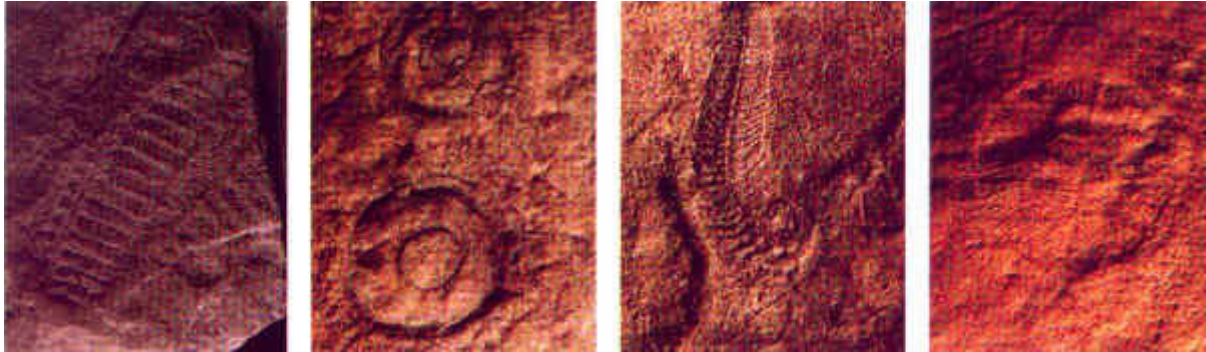
Erősen lepusztult felszínű proterozoikumi területek. Finnország

Proterozoikumi kőzetek

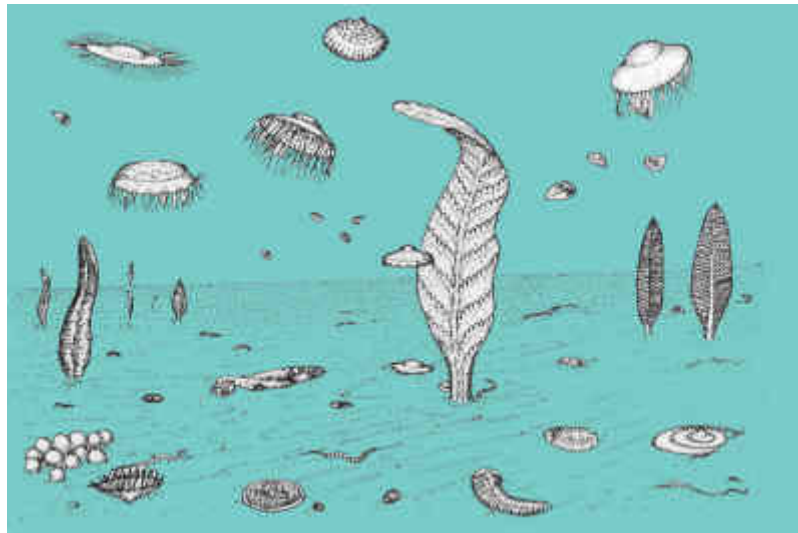
- Metamorf kőzetek, gránit (kollíziós övek)
- Bázisos magmatitok (riftesedés)
- Szárazföldi vörös, törmelékes üledékek (O₂ a légkörben)
- Tillit (felszíni hőmérséklet 0 °C alá csökkent). Legjelentősebb jégkorszak: varangani (700 millió évvel ezelőtt)
- Agyagpala (terrigen eredetű)
- Mészkő (tengervíz savassága/oldóhatása csökkent, melegebb éghajlat)
- Dolomit (Mg eredete: korábbi magas Mg-tartalmú bazaltok, komatiit)
- Evaporit (Bitter Springs F.) -> a tengervíz összetétele a maihoz hasonló

Az élet fejlődése a proterozoikumban

- 2,5-1,5 Md év: prokarióták (sejtmagnélküliek: baktériumok és kékmoszatok)
- 1,5 Md évvel ezelőtt megjelentek az eukarióták (sejtmagosok)
- "Szerves molekula fossziliák", egysejtűek
- PAL 1 % -> ózonréteg kialakulása -> az élet a partszegélyig kiterjed
- Proterozoikum végén: többsejtűek
- Ediacarai fauna (szilárd váz nélküli, bonyolultabb szervezetek).Eltűnésük jelzi a proterozoikum végét



A későprekambriumi ediacarai faunaegyüttesből származó formák



Az ediacarai faunaegyüttes rekonstrukciója