

Föld és élet — a biológiai sokféleség eredete

Bevezetés

A bioszféra a Föld bolygó „élettere”. Ez bolygónk legkülönlegesebb tulajdonsága, amely egyedülállóvá teszi a Földet a Naprendszeren belül. Az élet és a bioszféra evolúciója már mintegy 4.2 milliárd évvel ezelőtt megkezdődött, de csak 2.7 milliárd évvel ezelőtt kezdett jelentősebb hatást gyakorolni a légkörre, az óceánokra és a litoszférára.

Paleontológusok és biológusok kutatásainak világszerte közös célkitűzése az életet szabályozó összetett tényezők megértése.

Ez a kutatás magában foglalja a paleo-ökoszisztémák működésébe és állandóságába történő betekintést, a biodiverzitás (biológiai sokféleség) dinamikájának hosszú időskálára vonatkozó megértését, és a jövőbeli bioszféra életképességére vonatkozó előrejelzést. Mindezek a témák szoros összefüggésben állnak egymással, és paleontológusok, biológusok valamint földtudományokkal foglalkozó szakemberek együttes munkáját teszik szükségessé helyi, regionális és globális szinten. Mindannyiunk felelőssége a bioszféra jelenlegi állapotának megóvása az emberi társadalom előrehaladása érdekében, és azért is, mert ez az emberiség természeti öröksége.

A társadalom egyik legsürgetőbb problémája egy működő globális ökológia fenntartása. Amennyiben a bioszféra nem képes biztosítani az emberiség tápanyag- és gazdasági szükségleteit, katasztrófák sora következhet be. A földtudományi kutatók tisztában vannak mind az abiotikus (fizikai-kémiai), mind a biotikus folyamatokkal, amelyek háttérrel szolgálnak az élet evolúciójához. A paleontológusok speciális képzést kapnak ahhoz, hogy a nagyon távoli múltba visszatekintve felmérjék a bioszféra életfolyamatait, értékeljék a jelent, és végső fokon előre jelezzék a jövőt. Ilyen értelemben a földtudományi szakemberek, paleontológusok és biológusok felelősséggel tartoznak a társadalomnak a biodiverzitás és az ökoszisztéma életképességének négydimenziós (tér–idő) felmérése tekintetében; ezzel magyarázható a bioszféra kutatás megkülönböztetett helyzete a Föld Bolygó Nemzetközi Éve program keretén belül, és fontossága az emberiség otthonát jelentő tágabb értelemben vett Föld-élet rendszerben.

A Föld bolygó hatalmas biodiverzitása a számunkra elképzelhetetlenül hosszú idő alatt végbement evolúciójával magyarázható. Evolúciójának bizonyítéka a kőzetekben található: képviselői a különböző szervezetek, mint például a baktériumok, parányi algák, ősnövények és egykori állatok sok millió vagy akár milliárd éves fossziliái. Jelenlegi ismereteink szerint az élet legősibb bizonyítékának a 2.7 milliárd éves fosszilis algák tekinthetők. Ezek a szervezetek szabad oxigén előállítására voltak képesek, amely a korábbi, ősi légkörökből hiányzott. Ennek köszönhetően, mintegy 2 milliárd évvel ezelőtt, az úgynevezett proterozoikum korai szakaszában, oxigénben gazdag légkör kezdett kialakulni.

A proterozoikum idején, nagyjából 2 milliárd éven át, az életet alga- és baktérium-szőnyegek, -halmok jelentették. „Mindössze” 600 millió évvel ezelőttre tehető a magasabb szerveződési szintet képviselő többsejtű állatok megjelenése. Ezek az állatok a híres Ediacara faunába tartoztak, amely a dél-ausztráliai Ediacara-dombságról kapta a nevét. A fauna képviselői kizárólag lágytestű alakok voltak, vagyis nem rendelkeztek szilárd vázzal vagy szervesetlen ásványi anyagokat tartalmazó testrészekkel. Néhány közülük a medúzákra emlékeztetett, néhány tengeri tollakra, míg mások a férgekhez voltak hasonlóak; sokuk azonban megghiúsított minden igyekezetet, hogy a mai állatok

őseiként rendszertanilag besorolják őket, illetve valószínűleg minden olyan törekvés, amely arra irányult, hogy együtt, összefüggő csoportként kezeljék őket, hiábavalónak bizonyult. Feltehetően számos ediacarai alak olyan életformát képviselt, amelynek nincs ma ismert leszármazottja. Mindazonáltal elmondható, hogy ezeket a formákat tekinthetjük a többsejtű állati életforma első kísérletének. Az Ediacara bióta hirtelen feltűnése az algák 2 milliárd éven át tartó egyeduralmát követően kapcsolatban van a szabad oxigén légkörben való folyamatos felhalmozódásával.

A modern állati életforma fő áttörése a „kambriumi robbanással” hozható összefüggésbe, amely 542 millió évvel ezelőtt vette kezdetét. Az ediacarai életformák eltűnése, a komplex vázzal rendelkező állatok gyors fejlődése, és az evolúciós ütem általános felgyorsulása a beásódó szervezetek és — mind között a legfontosabbak — a ragadozók első megjelenésével állnak kapcsolatban. Ennek következtében számos állat „fegyverkezési versenybe” kezdett, és szilárd vázrészeket fejlesztett ki, mint például a védelemül szolgáló, külső meszes vázat. Mindazonáltal, amint a szilárd részek kifejlődtek, lehetővé vált az élet számára, hogy aktívabban kísérletezzen a futó, úszó és aktívan vadászó formákkal. A szilárd váz által magas szintre fejlesztett védekezési formák további vezérfonalat adnak a paleontológusok kezébe is ahhoz, hogy az élet változatosabbá válását, alkalmazkodását és rendeltetését tanulmányozzák.

Azóta számos látványos életforma alakult ki. A kambriumi időszakban (542–488 millió évvel ezelőtt) az élet a vízi környezetre szorítkozott. A legkorábbi gerincesek még nem rendelkeztek csontos vázzal, ám az ordovíciumban vastagon páncélozott halak tűntek fel.

Ettől számítva a következő fő evolúciós mérföldkő a szárazföld meghódítása volt. Elsőként a növények, ezt követően a skorpiók és százlábúak hódították meg a csaknem kopár szárazföldeket. Már a késő-devon idején, mintegy 360 millió évvel ezelőtt, ősi kétlélűek tették meg első lépéseiket a szárazföldön. Ezekből az ősi kétlélűekből fejlődött ki az összes mai Tetrapoda, beleértve a hüllőket, madarakat és emlősöket. Ez utóbbiak kialakulása a késő-triász időszakra (210 millió évvel ezelőttre) tehető. Akkori képviselőik főleg egér- és patkány méretű, éjszakai életmódot folytató állatok voltak, amelyek — annak érdekében, hogy a ragadozó dinoszauruszoktól távol tartsák magukat — rendkívül érzékeny halló-, látó- és szaglószerveket fejlesztettek ki, és magas fokú intelligenciával rendelkeztek.

Mindezek a különleges fossziliák és ősi szervezetek az ősi ökoszisztémák részét képezték, és így módon az ősi bioszférának is részei voltak. Kölcsönhatásaik nemcsak az evolúciós folyamatokat gyorsíthatták fel, de populációk és ökoszisztémák összeomlásához is vezethettek. A szétterjedés (*radiáció*) időszakai alatt az evolúció viszonylag gyorsan ment végbe, és számos új faj alakult ki annak köszönhetően, hogy a fajok új ökológiai fülkét tudtak birtokba venni, illetve kialakítani. Például, a triász, jura és kréta időszak alatt (251–65 millió évvel ezelőtt) olyan különleges események történtek, mint a dinoszauruszok szétterjedése. Ezek az állatok a Földön valaha is élt legnagyobb szárazföldi húsevő és növényevő gerincesekké fejlődtek.

A tömeges kihalások a szétterjedések éles ellentétét mutatják. A különböző időszakok során bekövetkezett tömeges kihalások megsemmisítették az élet biológiai sokféleségét; talán mindössze néhány ezer év is elegendő volt mindehhez. Számos növény- és állatcsoport már soha nem tért vissza (pl. a dinoszauruszok a kréta időszak végét követően). A legvégzetesebb esemény a perm végén következett be, 252 millió évvel ezelőtt, amikor a tengerben élő fajok 90%-a és a szárazföldi fajok 70%-a kihalt.

Öt fő és mintegy tíz kisebb tömeges kihalási esemény ismert, amely megszakította az élet történetét. Ezek nagyjából a drámai környezeti változásokat eredményező tényezőkkel magyarázhatók, amelyek a következők: a klímaváltozás érzékeny kölcsönhatásai, a lemeztektonika, az egész Földre kihatással lévő vulkanizmus, tengersizint-emelkedés és -csökke-

nés, változó biogeokémiai ciklusok, valamint a nagy meteorok vagy üstökösök által kiváltott, időközönként ismétlődő kataklizmák hatásai.

A bioszféra dinamikájának megértése

A „*Föld és élet*” tudományos téma két kulcsfontosságú kérdésre összpontosít:

- Hogyan érthetjük meg jobban a bioszféra dinamikai folyamatait?
- Milyen módon tudnánk egyre bővülő ismereteinket kamatoztatni annak érdekében, hogy a bolygó életfenntartó rendszerének megőrizzük az „egészségét”, amely abszolút alapvető az emberi társadalmak fennmaradása érdekében?

„*A bioszféra múltjának és jövőjének dinamikája*” cím alatt futó tudományos projekteket a frankfurti Senckenberg Múzeumban (Németország) „*A Paleontológia a XXI. században*” címmel megrendezett világkonferencián körvonalazták.

Míg néhány, ebből a kezdeményezésből indított projekt munkája már megkezdődött, sürgető szükség van más projektek gondosan megtervezett formában végzendő tevékenységére. A Föld Bolygó Nemzetközi Éve új, globális platformot biztosít mindezen kutatási kezdeményezésekhez, abban az esetben, ha ezek több tudományterületre kiterjedő, átfogó szemléletet követelnek meg, azaz paleontológusok, biológusok és földtudományi szakemberek más természettudományi szakterületeken dolgozó tudósokkal való együttműködését.

Az egyik fő cél annak megértése, hogy a különböző, a biodiverzitás megváltozásáért és válságáért felelős tényezők közül az emberi tevékenység és a környezet között milyen kölcsönhatások érvényesülnek. Milyen következmények származnak a hosszú távú természeti változásokból és melyek a rövid távú, emberi tevékenység számlájára írható változásokból. Ez olyan problémákra emlékeztet, amelyek a globális felmelegedéssel is kapcsolatosak, így pl. azokra a természetes élettevékenységekre, amelyek a CO₂ és NH₄ kibocsátásért felelősek (Lásd még: az *Éghajlatváltozások* („*Köbe vésett magnószalag*”) ugyanebben a sorozatban).

A fentebb körvonalazott kérdésköröknek szentelt tudományos projektek 6 kulcskérdésre összpontosítanak (lásd alább). Ezek a projektek bárhol a világon megvalósíthatók. Az ehhez keretet adó Nemzetközi Év és az online adatbázisok használata biztosítja azt, hogy az adatok összeszerkeszthetőek és teljes egészében értelmezhetőek legyenek.

Az őslénytani — elsősorban a tengeri leletanyagra vonatkozó — online adatbázisok már elérhetőek, Paleobiológiai Adatbázis néven: <http://paleodb.org>, továbbá PaleoReefs Online: <http://193.175.236.205/paleo/> (felhaszn. név: paleo, jelszó: reefs). Ezek lehetővé teszik a tudósok számára, hogy a kutatásokból származó szórványadatokat egybegyűjtsék, és mindenki számára elérhetővé tegyék, még azok számára is, akiknek nincs hozzáférése a korszerű könyvtárakhoz. Mindent összevéve, a Nemzetközi Év végére komoly szakmai anyag áll majd rendelkezésre. Ez segít majd a jelenlegi bioszféra megértésében és megőrzésében az étellel teli Föld bolygó és a modern társadalom fenntartása érdekében.

A korszerű kvantitatív módszerek és analitikai eszközök, de az élet evolúciójával kapcsolatos „Nagy Kép”-re vonatkozó új elméletek is szükségesek a földi életet formáló alapvető folyamatok jobb megértéséhez. A Kulcskérdés témakörbe tartozó projektekből végzendő magas szintű kutatás sokoldalú megközelítést igényel, amelyről az alábbiakban olvashatunk:

- Modern rétegtani módszerek segítségével felállított, megfelelő léptékű időkeret 100 000 éves vagy még pontosabb felbontással. Pusztán egy ilyen időbeli keret használatával képesek

leszünk arányokat és összefüggéseket meghatározni az abiotikus környezeti folyamatok és a biológiai folyamatok között. Jelenleg egy ilyen keretet biztosít a nagy-felbontású rétegtan, radiometrikus geokronológia, magnetosztratigráfia, asztrókronológia, biokronológia és Sr-izotóp vizsgálatok kombinációja (lásd még: Föld-idő Projekt. <http://earth-time.org/>.)

- A fizikai és kémiai feltételek kvantitatív elemzése stabil izotópok — mint pl. oxigén, szén, nitrogén stb. — mérése által. Az ilyen izotópos adatok alapvetőek az abiotikus hatások és ezek biológiai rendszerekkel való kölcsönhatásának megértéséhez.
- Terepi és laboratóriumi munka, fúrásos kutatásokat végző projektek és expedíciók segítségével történő folyamatos monitorozás. A monitorozó tevékenység beható szedimentológiai, geokémiai, ökológiai stb. kutatást, illetve a fosszilis szervezetek ma élő leszármazottaira irányuló, széles körű biológiai vizsgálatokat tesz szükségessé. A hosszú-távú monitorozó munka elengedhetetlen ahhoz, hogy megértsük a paleoökoszisztémák dinamikáját, és hogy előrejelezzük a jelenlegi és a jövőbeli ökoszisztémák életképességét.
- A megkülönböztetett biológiai vagy ökológiai jelentőséggel bíró élő szervezetek egyes kiválasztott csoportjaira jellemző morfológiai bélyegek dokumentálása. Fő feladat egy biztos alapokon nyugvó és pontos adathalmaz létrehozása olyan, különböző múltbeli korokból és környezetekből származó különféle szervezetekre vonatkozóan, amelyek más és más evolúciós történettel és kivételes fosszilis anyaggal rendelkeznek. A morfológiai vizsgálatok, abundancia (bőség, tömegesség), diverzitás (sokféleség), az abiotikus minták és törzsfajlódási rekonstrukciók integrálása az életfolyamatoknak olyan, hathatósabb leírását fogják nyújtani, amely mindeddig egyetlen egyedi tanulmánynak sem sikerült.
- A megkülönböztetett biológiai vagy ökológiai jelentőségű élő szervezetek kiválasztott csoportjaira vonatkozó törzsfajlódási rekonstrukció. A vizsgálatok során új módszereket is alkalmaznak, ilyen a matematikai módszerek közül a HIFI (hierarchikus illeszkedési mutató), amely alkalmas arra, hogy feltárja a rétegtan és a törzsfajlódás kölcsönös összefüggéseit, valamint a paleobiogeográfiában a kladsztikus vagy „három-adat-analízis”, amely rámutat a paleobiogeográfia és az élet közötti összefüggésekre.

1. sz. kulcskérdés

Környezeti változások és a biodiverzitás dinamikája

Az üledékes kőzetanyag igen eltérő környezetek sorát tárja elénk a kizárólag mikróbákkal rendelkező és oxigénben szegény archaikumi világtól kezdve a proterozoikum oxigénben szegény és szulfidokban bővelkedő óceánjain át a komplex, többsejtű szervezetek hatalmas diverzitásával rendelkező, változatos mai rendszerig bezárólag. Azokat a környezeti változásokat, amelyek a szervezetek széles körének diverzitását és abundanciáját érintik, az egész fanerozoikumra vonatkozóan mind helyi, mind regionális, illetve globális léptékben rögzítették. Kihalás és diverzifikáció (felosztottság), illetve az új élőhelyek meghódítása mellett családfák visszaszorulása következett be.

A környezeti változásoknak komplex hatásai vannak, amelyek magát a környezetet is érintik. A szárazföldi növények és erdők fejlődése a karbon időszak során, vagy a tengeri planktonikus szervezetek vázkiválasztása mind hozzájárultak a Föld felszínén bekövetkezett szembeszökő változásokhoz. A fossziliák összetétele, diverzitása és megtartása, valamint az üledéktípusok és geokémiai ismertetőjegyek bősége és időbeli eloszlása környezeti változásokat jelenít meg. Néhány ezek közül a változások közül, akár az olyan, időben nem túl távoliak is, mint pl. a kora-eocén termális esemény, nem csekély kihívást jelentenek a klímamodellezők és mindazok számára, akik a jelenlegi Földet próbálják megérteni.

A kutatók törekednek arra, hogy meghatározzák azokat az időszakaszokat, amelyek során jelentős változások mentek végbe a biodiverzitásban. Erőfeszítéseket tesznek arra, hogy megismerjék e

változások rövid távú dinamikáját, a biológiai „újításoknak” a sémák létrehozásában játszott szerepét és a biogeokémiai ciklusok sebességét, és azt, hogy mennyire biztos a stabil állapot fenntarthatósága.

A kihalási események és a válságos időszakok eltérő léptékűek és eltérő hatásúak. Mindazonáltal kulcs-eseményeknek tekinthetők, amelyek lehetővé teszik a biotikus evolúció és a biodiverzitás fejlődésének megértését. Ily módon ez a kulcskérdés az ökológiai változások, a természetes innováció és az evolúciós siker (tömegesség, biológiai sokféleség és élettartam) közötti kapcsolat, és az idők során — mind a stabil, mind a gyors változásokkal jellemezhető időszakokban — végbement biológiai evolúció folyamatainak újabb felfogására ösztönöz.

2. sz. kulcskérdés

Evolúciós paleobiogeográfia

Több, mint 60 évvel azután, hogy G.G. Simpson „*Az evolúciós ütem és mód*” („*Tempo and Mode in Evolution*”) című könyve megjelent, a makroevolúció legtöbb kérdése (amelyet egyszerűen faj szint fölötti evolúcióként értelmeznek) még mindig vita tárgyát képezi. Az olyan evolúciós újdonságoknak az eredete, mint a rovarok szárnya, az ősi fejlábúak kamrázott váza vagy a Tetrapodák (négy lábúak) végtagjai, valamint egy organizmus „tervrajzának” — nagyobb csoportok (így például tüskésbőrűek, teknősök vagy denevérek) alapvető morfológiai jellemzőinek — eredete még nem megfelelően ismert. A földtörténet során az evolúciós ütem a különböző fejlődési vonalakon szembevető különbségeket mutatott, kezdve az alig fejlődő csoportoktól, az ún. „élő kőületek”-től (mint a *Nautilus* és a *Limulus* néven ismert törfarkú rák), az evolúciós sprinterekig, mint az ősi tavakban élő bölcsőszájúhal-félék. Mindazonáltal, e különbségeknek a háttere nem tisztázott. Mivel az őslénytan nagy áttekinthetőséggel rendelkezik a földtörténeti múltat illetően, ezért alapvető szerepe van a kutatásban, hiszen a fosszilis leletanyag az, amely segít az élet evolúciós történetének kézzelfogható megismerésében.

A vizsgálatok célját két különálló probléma képezi: a morfológiai újdonságok eredete fejlődéstani szempontból, illetve sikerük vagy kudarcuk az ökoszisztémákban (ez utóbbi kapcsolódik az 1. sz. kulcskérdéshez). Az összehasonlító fejlődéstannal foglalkozó biológusok meglepő felismerésekre jutottak az újítások eredetével kapcsolatban, ugyanakkor csak az őslénytan képes információt szolgáltatni az ökológiai és/vagy evolúciós sikerrel kapcsolatban. A makroevolúciós vizsgálatok igen széleskörű ismeretanyag-cserét követelnek meg nemcsak az őslénytan, földtan és biológia tudománya között, hanem az olyan, fejlődő tudományterületek részéről is, mint a geobiológia (Lásd még a 4. sz. kulcskérdést), valamint a molekuláris törzsfajlódással és evolúciós fejlődéssel foglalkozó biológia.

3. sz. kulcskérdés

Az élet fejlődése a szárazföldön

A szárazföldre meghódítása az egyik legfontosabb lépés az élet történetében, és döntő hatással volt a geoszféra és atmoszféra további evolúciójára. A szárazföldi életmód számos különleges alkalmazkodást tett szükségessé egy alapvetően barátságtalan környezetben.

A szárazföldi növényeknek különleges szövetekre volt szükségük, hogy megfelelő állékonyságra tegyenek szert. Szükségük volt a kiszáradás és az UV-B sugárzás elleni védelemre is, valamint új szaporodási és elterjedési stratégiákra. Más fő változások a légzéssel és tápanyagfelvétellel kapcsolatosak. Az állatoknak is meg kellett teremteniük az „életstratégiáikat”. A szárazföldi növényzet evolúciója jelentős hatással volt a lepusztulási folyamatokra is. A légköri O₂ és CO₂

koncentráció, — csakúgy mint a szerves szén (C_{org}) körforgása — közvetlenül összefügg a szárazföldi flóra fejlődésével. Ma már egyre tisztábban látható, hogy a jelenlegi ökoszisztémák mennyire összetettek, és hogy a szervezetek különböző csoportjai között fennálló szimbiózisoknak milyen komoly szerepe van az ökotópok (legkisebb homogén életterek) megteremtésében és az ökoszisztéma fejlődésében. Mivel a talajtani tudományok és az ökológia egymástól függetlenül fejlődött, számos összefüggés még nem teljesen tisztázott (lásd: *Talajok — a Föld eleven bőre*, e sorozat 10. sz. füzet).

A fő cél a szárazföldi ökoszisztémáknak a mind tökéletesebb időbeli megértése. A fő teendők között szerepel az egyes fajok — korai szárazföldi szervezetek biológiai/élettani adataira alapozott — ökológiai és életstratégia-vizsgálata egészen a teljes ökoszisztémák rekonstrukciójáig, beleértve a különböző élőlénycsoportok (cyanobaktériumok, gombák, zuzmók, algák, magasabb rendű szárazföldi növények, valamint az állatok különböző csoportjai) között fennálló kapcsolatok és kölcsönhatások megértését. Ugyancsak fontos kérdés az élő közösségek és élettelen környezetük közötti kapcsolat vizsgálata, beleértve szárazföldi közösségek esetén a termőtalajt, illetve a tápanyagokhoz való hozzáférhetőséget, valamint a páratartalmat és a termőtalaj víztartalmát.

4. sz. kulcskérdés

Geobiológia: a bioszféra és geoszféra kölcsönhatása

A Föld-rendszert a biológiai és fizikokémiai folyamatok kölcsönösen szabályozzák. Ez az együttes irányítás az összetett szerves molekulák kialakulásával vette kezdetét, mintegy 4 milliárd évvel ezelőtt. A prebiotikus és biotikus anyagcsere-folyamatok azóta befolyásolják a Föld-rendszer és a geo-bioszféra fejlődését. A geobiológia tárgykörébe a szervezetek és a különböző abiotikus jellemzőkkel bíró összetett anyagcsere-folyamataik közötti kapcsolat vizsgálata tartozik, így a geobiológia egy integrált szemléletet jelent a biológiai és a földtudományok között.

Számos földtani folyamat olyan geo-élettani folyamatként értelmezhető, amely olyan kémiai reakciókat tesz lehetővé, amelyek a szokványos termodinamikai feltételek mellett soha nem mennének végbe. Ezek az erőteljesen összefüggő folyamatok valószínűleg nem csupán a Föld-rendszerre szorítkoznak, és talán más — hasonló geológiai feltételekkel rendelkező — bolygókon is létrejöhetnek. De ahhoz, hogy más bolygókon kutassunk az élet után, olyan, az élet jelenlétére utaló bizonyos jelek ismerete szükséges, amelyek anyagcsere és fiziológiai folyamatok jelenlétéről tanúskodnak („Asztrobiológia”).

Az egyik fő célkitűzés azon élettani folyamatok evolúciójának vizsgálata, amelyek tükröződnek a biológiai mutatókban és a biomineralizációs sémákban. Célkitűzés az is, hogy tanulmányozzuk ennek az evolúciónak a biogeokémiai ciklusokkal való kölcsönhatását. Az élettani folyamatokat rendszerint szerves molekulák irányítják, és a folyamatokat enzimatikus reakciók gyorsítják. A biotikus folyamatokban bekövetkező alapvető élettani változások irányították a Föld történetéből ismert bioeseményeket és a speciális biokémiai ciklusokat. Mivel az előzőekben tárgyalt, a szervezetek törzsfajlásával és környezeti változásokkal kapcsolatos kulcskérdések szükségessé teszik a geoszféra és bioszféra kölcsönhatásaival kapcsolatos vizsgálatokat, így a 4. sz. kulcskérdés szorosan kapcsolódik hozzájuk.

5. sz. kulcskérdés

Állandóság és változékonyság az ősi ökoszisztémákban

A természetes ökoszisztémák, mint például a zátonyok és a trópusi esőerdők, felmérhetetlen természetes változékonyságot mutatnak az évezredek-évmilliárdok felölelő időskálán. Bár az

ökoszisztémák stabilitását szabályozó tényezőkről számos ismerettel rendelkezünk, még nagy a bizonytalanság azzal kapcsolatban, hogy ezek a tényezők hogyan hatnak a rendelkezésükre álló térben és időben. Az biodiverzitásnak az ökoszisztéma folyamatait érintő stabilizáló hatása talán „léptékfüggetlen” tulajdonság. Ez már valamiféle útmutatást nyújt a mai ökoszisztémák kezeléséhez. Mindezek mellett, az ökoszisztémák a fő tömeges kihalások idején hajlamosak az összeomlásra, és helyreállításukhoz a globális összefajkészlet regenerálódásánál hosszabb időre van szükség. Úgy tűnik, a talpraállás időtartama azon „anyagcsere-pályák” összetettségén múlik, amelyek szükségesek egy működő ökoszisztéma fenntartásához.

Ez a kulcskérdés az összes többi kulcskérdéshez kapcsolódik, azonban inkább integrált rendszerekre, mint egyedi jellemzőkre és törzsfajlódésekre vonatkozik. A főbb felteendő kérdések a következők:

- 1) az ősi ökoszisztémák természetes változékonyságának és komplexitásának leírása
- 2) az ökoszisztémák stabilitását befolyásoló helyi hatások a globális behatásokkal szemben
- 3) az ősi ökoszisztémák összeomlásában és felépülésében szerepet játszó időléptékek
- 4) a paleontológiai leletanyag alkalmazhatósága a modern természetvédelmi biológia számára

6. sz. kulcskérdés

Modellezés

A modell fizikai, matematikai vagy logikai rendszer, amely a valóság leglényegesebb szerkezetét mutatja be, és képes arra, hogy megmagyarázza, vagy dinamikusan reprodukálja annak működését. A modellezés ma már minden föld- és élettudományban elterjedt. A modelleknek több típusa létezik; a minta alapú vagy folyamat alapú modellekre történő felosztás jól használható. A mintaalapú modellek a világ leírására és értelmezésére szolgálnak. A paleontológia témaköréből vett példák a következőket foglalják magukba:

- 1) a rendszertani diverzitás sémáinak leírása
- 2) a fosszilis szervezetek rendszertani besorolása pl. összehasonlító alaktan, paleoszövetten és biokémia segítségével
- 3) Számítógépes módszerek (pl. PAUP vagy HENNIG86 szoftver) segítségével megvalósítható származástani (filogenetikai) rekonstrukció, amely elméleti sémákként kezeli az élő vagy fosszilis szervezetek közös jellemzőin alapuló összefüggéseket.

A mintaalapú modellek tartalmazzák a számszerű modellezést, úgymint a fosszilis fajok változékonyságának mennyiségi meghatározását (biometria és morfometria), a filogenetikai tanulmányokat (kladisztika és más módszerek), osztályozásokat (parszimónia vagy fenetikus módszerek), biofáciések és együttesek vizsgálatát (cluster analízis). A folyamat alapú modellek megkísérlik egybegyűjteni az alapul szolgáló, és a tanulmányozott mintára hatással lévő folyamatokat, legyenek azok fizikokémiai vagy biológiai folyamatok. Ezek a modellek az ökológia vagy geokémia területén már szokványosak, de a paleontológián belül is szükség lenne a megfelelően széles körben történő alkalmazásukra.

Szöveg: B. Reichenbacher, A. Blieck, D. Erwin, W. Piller, M. Sandulescu, J. Talent

Magyar szöveg: NYME-hallgatói fordítások alapján Selmeczi Ildikó (MAFI)

Lektorálás: Szarka László, Verő József