

# Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

126. évf. 2. sz.

1995. FEBRUÁR ÁRA: 68 Ft

## Az ősnymontan atyja

2. rész

ADOLF SEILACHER paleontológus professzorral beszélget HORVÁTH GÁBOR

**Természet  
Világa**



A TUDOMÁNYOS  
ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT  
ÉS A KÖZLÖNY- ÉS LAPKIADÓ  
FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben  
SZILY KÁLMÁN

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLÖNY  
126. ÉVFOLYAMA

1995. 2. sz. február

# Az ősnymotan atyja

## 2. rész

ADOLF SEILACHER paleontológus professzorral beszélget HORVÁTH GÁBOR

*A beszélgetés első részében megismerkedhettünk Adolf Seilacher tudományos pályafutásának főbb állomásaival. A mostani, befejező részben az őslénytán néhány, a professzor által művelt érdekes részterületéről és a paleontológia feladatairól, távlatairól esik szó.*

– Ön különféle élő és fosszilis szervezetek önszerveződésével is foglalkozik. Legutóbb pl. a „gyertyakagylók” keletkezését vizsgálta egyik diákjával. Úgy tudom, ez a munka egy véletlen megfigyelésnek köszönhető.

– Egy diákomnak a házukban adtunk menedéket, amíg nem talált magának al-bérletet. Egyszer ő nyomott a kezembe egy viaszból álló tárgyat, amiről először azt hittem, egy kagylóhéjról készült lenyomat, viaszöntvény. Meglepődtem, amikor kiderült, hogy ez a tárgy teljesen véletlenül, magától keletkezett, amikor az édesanyja a karácsonyi előkészületek alkalmával égő gyertyát állított egy tál vízbe. A láng körül megolvadt gyertya lefolyt a gyertyatesten a vízbe, ahol megszilárdult, de az állandó folyékony gyertyautánpótlás miatt fokozatosan növekedett. Az eredmény egy olyan képződmény lett, mely külső behatás nélkül, spontán önszerveződésnek köszönhető. Ezek a „gyertyakagylók” ugyanolyan logaritmikus görbületűek, mint a valódiak, teljesen lekerekített peremmel. Még növekedési gyűrűik is voltak, sőt évi, havi és napi gyűrűk is megkülönböztethetők rajtuk, habár az egész a vízbe lecsorogva néhány perc alatt jött létre. A jelenség tipikus szinergetikus, önszerveződő folyamat eredménye.

Első lelkesedésünkben beküldtünk egy erről szóló cikket a Nature folyóiratba, ahonnan postafordultával vissza is jött anélkül, hogy egyetlen véleményező is láta volna. A kísérő levélben foglalt kommentárból tudtam csak meg, hogy ez nem tudomány. Később aztán Kristian Kluggal, tanítványommal együtt németül publikáltuk a megfigyelésünket a Naturwissenschaftliche Rundschau-ban, majd angolul egy lengyel őslénytani szakfolyóiratban. Az utóbbi folyóirat szerkesztője megjéjelt, s nem volt hajlandó rendes cikk gyanánt lehozni a kéziratot, csak mint diszkusziót.

Nem gondolom, természetesen, hogy az igazi kagylóhéj ugyanúgy nőne, mint a

„gyertyakagyló”, de analóg módon. Ez azt jelenti, hogy a biológiai formák meghatározott szabályokat követve, maguktól kialakulhatnak. Az ilyen rendszerek gyakran bizonyos tér- és/vagy időbeli ritmussal rendelkeznek, habár a külvilágból sokszor semmi sem kényszeríti ezt rájuk. Például növekedési sávok figyelhetők meg a mélytengeri kagylók héján is, pedig környezetükben már nyoma sincs a meteorológiai paraméterek időbeli ritmikus változásainak. Ezek az évgyűrűk azáltal keletkeznek, hogy a morfogenezis két biokémiai fázisa visszacsatolódás által kölcsönhatásban áll egymással.

Visszatérve a „gyertyakagylóhoz”, a folyékony gyertyautánpótlás a vízfelszínen keletkező megmerevedő gyertyatutaj pereméig folyik, ahol megdermed, de még a folyékony fázisban tárolja a megelőző perem információját. Az új növekedési sáv egy újabb, a víz felületi feszültsége által meghatározott peremfeltétellel rendelkezik, ami kialakítja a kissé eltérő alakot. A köpenyt és a héjat tehát nem szabad egymástól elkülönítve kezelni. Azt szokták mondani, hogy a kagyló puha köpenye választja ki a kemény héjat. De az ellenkezője éppúgy igaz, azaz a héj is alakítja a köpenyt. E két folyamat elválaszthatatlanul összetartozik, köztük egy szinergetikus, önszervező kölcsönhatás áll fenn.

Mindez nagyon fontos pl. az Ediacaraszervezetekkel összefüggésben. Ha ezeknek a prekambriumi fossziliáknak (amelyeket a későbbi állattörzsek puhatestű elődjeinek szoktak ítélni egy véletlen hasonlóság alapján) semmi közük sem lett volna az állatokhoz, akkor a kambriumi forradalom interpretációja sokkal nehezebb lenne. Ekkor ugyanis rögtön megmagyarázhatatlannak tűnik, honnan bukkantak fel egyszerre a különböző állattörzsek. Jó, ha szem előtt tartjuk a biológiai önszerveződés elveit. A szilárd váz fellépte ugyanis nem egy járulékos hozzátétel, hanem egy új konstrukciós elv, amely a leg-

különbözőbb puhatestű ősökben különbözőképpen használható.

– Mi a véleménye a különböző biológiai rendszerekben végbemenő mintázatképződési folyamatok manapság igen divatos számítógépes modellezéséről?

– Fontosak, de nem többek, mint megerősítő kísérletek. Az ember először megfigyel bizonyos formákat, majd megpróbálhatja egy minimális programmal, néhány algoritmussal, paranccsal létrehozni, s így megmagyarázni létrejöttüket. A számítógépes program paramétereinek változtatásával sokszor a legkülönbözőbb mintázatokat, formákat lehet generálni. Ilyen szimulációknak létjogosultságuk van a különböző morfogenetikus koncepciók megerősítésében vagy elvetésében. Így lehet modellezni pl. bizonyos életnyomok keletkezését, alakját vagy egyes kagyló- és csigahéjak formáját, s mintázatait, évgyűrűit. Mindez nagyon szép, impresszív, de ügyelni kell rá, hogy ne torkoljon l'art pour l'art komputer-játszadózásba. Az ilyen modellezgetések új, biológiailag releváns ismereteket nem hoznak, hiszen a programozóbüvészek magába a programba sok olyat is be kell építenie, ami a valós rendszerekben nem lelhető fel.

– Németország igen gazdag világhírű fosszília-lelőhelyekben; pl. Solnhofen, a Messel-bánya vagy Holzmaden. Egész sor híres őslénytani múzeumuk van, mint pl. a stuttgarteri Löwentor Múzeum vagy a frankfurti Senckenberg Múzeum. Úgy látszik, hogy a paleontológia erős képviselővel rendelkezik német földön. Milyen a német őslénytani kutatás helyzete más országokkal összehasonlítva?

– A mi hagyományaink a múltban más országok őslénytudományának fejlődésében is meghatározók voltak, s azok a jelenben is. Ez részben a német föld geológiai viszonyaiban gyökerezik. Igaza van, egy sereg világhírű fosszília-lelőhelyünk van. Itt azonban nem egyszerű áldásról van szó, hiszen hiába léteznének ezek a

fossziliák a föld alatt, ha senki sem fedezte volna fel őket. Németországban már hosszú ideje igen intenzív őslénytani kutatások folytak, s ezek eredményeként kerültek napvilágra a híres lelőhelyek is, amik aztán pozitív visszacsatolás révén tovább ösztönözték a paleontológiát, erősítették annak fejlődését.

– Voltak idők, amikor a paleontológia kitüntetett szerepet játszott. Mennyire aktuális manapság az őslénytan? Milyennek látja a paleontológia jövőjét?

– A paleontológia lényegében nem más, mint egy biológiai tudomány a földtudományok territóriumán. Az őslénytanunk ezért mindig két lábon kell állnia: az egyik geológiailag orientált, ez a biogeológia; a másik láb pedig biológiai orientációjú, s ez a paleobiológia. A biogeológiai vonalon továbbra is a fossziliák szolgálnak fontos időjelzőnek, mivel lehetetlen minden rétegről radiometrikus kormeghatározást végezni. Így egy adott geológiai kor meghatározásában fontos szerepet játszik a rétegek kövülettartalma. Ebbe a munkába mindig újonnan felfedezett fossziliacsoportokat vonnak be, amelyek egyre pontosabb korjelzők. Az én szakterületemen pl. ilyenek a trilobiták nyomai, mely állatok jellemző ásási nyomokat hagytak hátra, s ezek alapján az egyébként teljesen kövületmentes homokkővek is (pl. Afrikában) datálhatók. Itt a kort más módszerek hiányában egyáltalán nem lehetne megállapítani. A fossziliák egyre inkább felhasználhatók mint térjelzők is a lerakódási és ökológiai viszonyok – a vízmélység, só-tartalom, a kontinenstől mért távolság stb. – rekonstruálására, ami mind a geológiai alap kutatás, mind a gazdasági kutatás szempontjából nagy jelentőségű.

A másik oldal a paleobiológia, amely többek között az egyik legizgalmasabb kérdéskörrel, az evolúcióval foglalkozik. A fejlődésemélet(ek)ben a paleontológia hozzájárulása egyedülállóan fontos, annak ellenére, hogy napjainkban a még létező élőlények relatív rokonsága viszonylag pontosan meghatározható már a megfelelő DNS-szekvenciák összehasonlításával. Ebből persze a fejlődés tényleges lezajlását lehetetlen rekonstruálni, de ez nem is baj, mert éppen ebben segít a paleontológia, az élővilág történetírásának megfejtésével. Másrészt őslénytani kutatásokkal a fejlődés hosszú távú léptékei deríthetők fel, olyan folyamatok, amelyek a mai természetes környezetben nem figyelhetők meg emberi időmértékkel mérve. Említeném a leghírhedtebb tömeges kipusztulások eseményét pl. a kréta végén. Az őslénytani tapasztalatok alapján nyilvánvalóvá vált, hogy földünkön az evolúció nem képzelhető el ilyen tömeges kihalások nélkül.

Csak a paleontológia képes választ adni a leszármazás, az eredet kérdésére, hogy



**Seilacher professzor tübingeni házában névtáblája mellett, melynek S betűjét egy tengeri sün által hátrahagyott nyomfosszília töredéke képezi**

pl. miként s honnan jöttek a hirtelen fellépő tulajdonságok, újabb konstrukciótípusok a fejlődésben. Említettem a prekambrium-kambriumi evolúciós átmenetet, ahol a régi élővilág kihalt (ennek nyomai az Ediacara- és vendobionta-fossziliák), másrésztől meg robbanásszerűen jelentek meg az új, modern állattörzsek, közvetlenül az előző kihalásokat követően. Ezek az ismeretek persze igen csekély gazdasági értékűek, de a mi viszonylagos önismeretünk, eredetünk szemszögéből minden képzett elme számára nagy jelentőségűek.

– Michael Crichton „Őslénypark” című könyve bestsellerré vált, s Steven Spielberg ebből forgatott filmje mérföldkő lett. Gondolja, hogy ez a film jó reklám a paleontológiának? Hogyan tetszett Önnek a könyv és a film?

– Be kell vallanom, sem a könyvet nem olvastam, sem pedig a filmet nem láttam, csak részleteket ismerek belőlük, de annál inkább érzékelem a hatásukat. Ez a mű kétélű fegyver. Egyrésztől a paleontológusoknak is érdekében áll, hogy ne észrevétlenül, rejtve kutassanak. Másrészt igen veszélyes, ha „népszerűsítésünk” a Jurassic Parkhoz hasonlóan eltorzul, egyoldalú színben tüntetve fel az őslénytant. A paleontológusok természetesen az őshüllőkön túl is igen sok más, legalább ilyen érdekes és izgalmas dologról tudnának még mesélni.

– Ismeri David Attenborough híres, „Lost Worlds and Vanished Lives” című paleontológiai témájú ismeretterjesztő filmjét?

– Igen, már csak azért is, mert a forgatócsoport a film egy jó részét éppen a mi intézetünkben, s a mi fossziliagyűjteményünk felhasználásával forgatta. Ez az Attenborough-film az őslénytanban a Jurassic Parknál sokkal komolyabban népszerűsítése, persze azokkal a korlátokkal, ame-

lyek az ilyen ismeretterjesztő filmekben szükségesekek. A korlátozott vetítési idő miatt sok jelenséget csak felületesen lehetett benne tárgyalni, viszont igen látványosan.

– Ön a cikkeiben, könyveiben előforduló, sokszor igen kifinomult részletességgel megalkotott ábráit mindig saját maga rajzolja. Miért?

– Egyrészt élvezem magát a rajzolási, alkotási aktust, másrészt szakmai okai vannak. Először is a paleontológus saját maga ismeri a legjobban azt az objektumot, amivel éppen foglalkozik, így csak ő tudja, melyik részletet érdemes kiemelni, részletezni, s melyeket lehet figyelmen kívül hagyni vagy csak sematikusan ábrázolni. Ezt talán a botanikusok és az anatómusok fejlesztették a legnagyobb tökélyre. Mindezen túlmenően a rajzolás egyben pontosabb megfigyelésre is kényszerít, ezért nem végeztemetem mással.

– Mik a terve a jövőre nézve?

– A Crafoord-díj adta lehetőséggel természetesen nem ülhetek a babérjaimon. További kutatásokat tervezek a világ néhány, paleontológiailag érdekesebb részén. Elsősorban azok a hatalmas paleoökológiai és evolúciós fordulatok érdekelnek, amelyek a proterozoikum végén, s a kambrium kezdetén zajlottak le. Abban a szerencsés helyzetben vagyok, hogy ezeket a vállalkozásokat az eddigieknél elegendő stílusban kivitelezhetem. Korábban erre csak maradványpénekek álltak rendelkezésemre. Lehetősegem van a világ legjobb szakembereinek a meghívására és arra, hogy kutatóútjaimra a diákjaimat is magammal vigyem. Mindig elkísér bennünket preparátorunk, Lugensland úr is, aki az egyik legfontosabb tagja kis csapatunknak, ő készíti a levonatokat, másolatokat a nagyméretű fossziliákról. A releváns információkat így hozzuk haza, s intézetünkben kiértékeljük őket. A másolatok sokszorosításával arra is lehetőség van, hogy más intézetek is ellássunk a legújabb, feldolgozásra érdemes leletekkel. A legutóbbi időkben ilyen információszerző utakra vállalkoztunk Új-Foundlandon, Argentínában, Namíbiában, s az interjú követő napokban Ausztráliában folytatjuk. Ezekből a lenyomatokból és fossziliákból egy vándorkiállítás szeretnénk szervezni.

– A Tübingeni Egyetem Geológiai-Paleontológiai Intézete előtt áll egy páfrányfenyő, azaz Ginkgo biloba. Ez a véletlen műve?

– Természetesen nem. Ezt az élő kövületet még a megboldogult Schindewolf professzor utatására ültették. Mellette áll még két liliumfa, azaz Magnolia is, ami szintén ősi növény. Az élő kövületeknek kitüntetett szerep jut a paleontológiában. A múlt évben egy mélytengeri kutató-tenger-alattjáróval lemerültünk a Bahamáknál. Egy sereg más, kevésbé közismert élő kövületet is láthattunk, pl. nyeles tengeri liliumokat, ritka csigákat, szivacsokat,



kagylókat stb. Az őslénytanban mindig ünnepi pillanatnak számít egy újabb élő kövület felfedezése, mint ahogy az pl. váratlanul a bojtosúszós hallal, a Latimeriával megesett nem is oly rég.

– Az ősnymontanról szeretném még faggatni. Mit takar a paleoichnológia tudománya?

– A kövületek az ősi élet tanúi; általában fosszilizációra képes vázelemek, ritkább esetben pedig puha részek, de többnyire testmaradványok vagy lenyomatok. Ezekon kívül a mobilis állatok az üledékben nyomokat is hátrahagynak. A legismertebbek a dinoszaurusz-nyomok, de a rákok, férgek, csigák, kagylók s minden olyan élőlény, amely az alapzaton mászik, különféle életnyomokat hagy a talajon vagy a tengerfenéken. Az utóbbi helyen keletkező nyomok fosszilizációjának esélye összehasonlíthatatlanul nagyobb. Megkülönböztethetünk test- és nyomfossziliákat. Az ősnymontan nem más, mint nyomfossziliák paleontológiája.

Számomra azért volt különösen vonzó e terület, mert a paleoichnológia lényegében egy vég nélküli detektívtörténet. A nyomfossziliák többsége „konzervatív”, azaz olyan forma, ami hosszú időtartamon át bármilyen változás nélkül újra és újra felbukkan. Ennek az az oka, hogy ezek a nyomok gyakran a különböző állatok hasonló viselkedését ábrázolják kövületek formájában. Egyik új gondolatom az volt, hogy ez a viselkedés nem az időnek, hanem a térnek a hírdője, tehát a fáciesanalízisben lehet alkalmazni, amiben pl. az olajipar érdekelt.

Ezen a biogeológiai alapon időközben az ichnológia számtalan követőre és kutatóra talált. Ehhez képest viszont a nyomtan paleobiológiai oldala, tehát az alap kutatás háttérbe szorult.

– Melyek a leghíresebb nyomfosszilia-lelőhelyek?

– Minden kutatónak megvannak a legkedvesebb életnyomai, s azok lelőhelyei. Nyomfossziliák a világon mindenütt előfordulnak. Vannak természetesen olyan közzétípusok (pl. a turbiditok, melyek nagy tengermélységben keletkeznek), ahol igen kedvezőek a konzerválódási viszonyok, s a legérdekesebb nyommintázatok szinte tökéletes megtartásban maradnak fenn. Nem is a lelőhelyek, hanem a fosszilizációs potenciál a mérvadó, azaz ahol a legkedvezőbbek a feltételek ezen nyomok megmaradására. Ezek általában soha nem esnek egybe a testmaradványokat jól megtartó fosszilia-lelőhelyekkel. Nyomfossziliák és testkövületek többnyire kölcsönösen kizárják egymást. Ez azt vonja maga után, hogy pl. a biosztratigráfiában a nyomok felhasználása ott kezdődik, ahol a többi testfossziliákra épülő módszer felmondja a szolgálatot testkövületek hiányában.

– Milyen idők az első ismert nyomfossziliák, s mi a jelentőségük a paleoökológiában?

– Nem tudom, pillanatnyilag melyik a legöregebb ismert nyom. Egykor leírtak egy ősnymot, amely állítólag 2,5 milliárd éves, s az első férgek hagyhatták hátra a tengeralfzaton. Később kiderült, hogy valójában testmaradványok. Sok olyan maradvány, nyom létezik, amely a határterületen mozog, s gyakran álfossziliának bizonyul. Egyértelműen azonosítható nyomok már az Ediacara-szervezetekkel együtt előfordultak, tehát a késői proterozoikumban.

A késői prekambriumban élt féregszerű állatok olyan egyértelmű nyomai találhatók, amelyek meglepő komplexitásúak, ami magasan fejlett táplálékszerzési viselkedést tükröz. Ilyen táplálékosztási nyomok pl. a meander, csigák, spirál mintázatok. Mindez magas fejlettségű központi idegrendszert feltételez, tehát már ezekben az ősi időkben megjelent a viszonylag fejlett idegrendszer által irányított viselkedés, de a gazdái ekkor még nem játszottak ökológiai fontosságú szerepet. Ezek az állatok még csak hulladék-, iszap-, dög- és törmelék-évek lehettek, tehát semmi esetben sem ragadozók vagy üldözött zsákmányok.

– Miként és hol keletkeztek a nyomfossziliák?

– Mindig ott, ahol a leképezési képesség adva volt, de meglepő módon soha nem ott, ahol az ember állandóan keresi őket. Manapság a legérdekesebb életnyomokat a legnagyobb gyakorisággal nedves iszapfelületeken vagy a tavak és tengerek puha fenekén találjuk, s éppen ezek fosszilizációjának a valószínűsége a legkisebb. Ennek oka, hogy az apálykor a nedves iszapfelületeken vagy közvetlenül alattuk képződő nyommintázatok dagálykor megsemmisülnek, elmosódnak a hullámverésben, s az előrenyomuló vízben. A legtöbb nyomfosszilia ezért az üledék belsejében keletkezik s marad meg, ahol az erózió minimális. Ezeket a belső nyomokat manapság kriptokriptóaktíválnak hívjuk, mivel állandóan jelen vannak, de nem látjuk őket, mert rejtettek. Ezek csak egészen speciális, kifinomult preparációs módszerekkel vizsgálhatók, s rekonstruálhatók a puha, szerkezet nélküli iszapos üledékben.

– Milyen gyakran fedhető fel, hogy melyik élőlény hagyott hátra egy adott fosszilis nyomot?

– Ez csak ritkán sikerül. A Tübingen környéki színes homokkőben pl. mindig csak néhány meghatározott saurida lábnyomai fordulnak elő, csontok nélkül, ellenben megtalálhatók óriás kétélűek csontjai, de mindig nyomok nélkül. Tehát egyes állatoknak csak a nyomait, másoknak meg csak a csontvázat ismerjük, holott egy időben, ugyanazon a helyen éltek. Ekkor csak az a reményünk marad, hogy a

különböző fosszilia-lelőhelyeken talált nyomokat kölcsönösen megfeleltethetünk más lelőhelyek csontmaradványaival és fordítva. Csak a legerősebb esetekben fordul elő, hogy a nyom és a gazdája egyaránt megmarad fossziliaként.

– A fosszilis táplálékosztási nyomok többnyire igen szabályos geometriai formájúak. Korábban ezért nevezték őket „üledék hieroglifáknak”. Milyen folyamatok vezetnek ehhez a szabályszerűséghez?

– Ez elsősorban a flislerakódásokra, az ún. turbiditokra érvényes, amelyek olyan élettérben képződtek, ahol a szisztematikus táplálékkeresés és felületfedés nyilvánvalóan nagy szerepet játszott. Mindez a mélytengeri aljzatok különös ökológiájával függ össze. Itt megint az a nehézség, hogy amit egy homokpad, fliskőzet alsó felületén fossziliaként találunk, nem láthatjuk napjainkban a modern tengeralfzaton még tengeralfzattaljáróval sem. Megtalálhatók viszont sajátos lyukmintázatok formájában az aljzaton ezen üledékbe rejtett járatrendszerek felületi be- és kijáratjai. Ezek bizonyítják, hogy azok a ritka szervezetek, melyek nyomokat hátrahagytak, még ma is élnek a mélytengeri lerakódásokban, s reményünk van arra, hogy valaha majd ki is áshatjuk, s vizsgálhatjuk őket.

– A paleoichnológia viszonylag fiatal tudományág, amit az '50-es években Ön alapozott meg. Hogyan látja az ősnymotani kutatás jövőjét?

– Valószínűleg továbbra is vezető szerepet fog betölteni bizonyos geológiai kutatásokban, főleg a fűrómagok kiértékelésében. A másik fejlődési irány a paleobiológiai rekonstrukció. Például a trilobitafajok ásvi viselkedése fejlődésének a rekonstrukciója. Ezen viselkedés módosulásai felhasználhatók a rétegtani felbontás további kifinomult növelésére azonos korú kőzetrétegekben.

Nem szabad az ősnymotani kutatásoknak megállnia, s kifulladásra az újabb újabb nyomfossziliák leírásában, elnevezésében és rendszerezésében. Mindennek ez az alapja a paleoichnológiában, de lényegesek a konkrét alkalmazások is, s még fontosabb a nyomok keletkezésének, fejlődésének, ökológiájának, valamint interpretációjának a tanulmányozása.

– Magyarországon a legnevezetesebb nyomfosszilia az ipolytarnóci lábnyomos homokkő. Ismeri Ön ezt?

– Sajnos nem. Gyanítom, hogy valamilyen őshüllő nyomáról van szó. De talán a jövőben valamikor megfordulok még Magyarországon, s akkor feltétlenül meglátogatom azt a helyet.

– Professzor úr, további sikeres kutatómunkát, jó expedíciókat, s mindehhez jó egészséget kívánok a nyugdíjas évekre. Köszönöm a beszélgetést. ✿