

SCIENTIFIC AMERICAN

(2015. február)

LESZ-E NICARAGUA-CSATORNA?

Nemrég ünnepelték a Panama-csatorna felavatásának 100. évfordulóját, s íme, már készül az újabb: a Nicaragua-csatorna. Soha nem látott nagyságrendű építkezés lesz. Már meghatározták az útvonalát, azt is, hogy naponta hány hajót engednek át rajta, de döntöttek arról is, ki építi, mennyi anyagot kell majd megmozgatni. A nicaraguai kormány már döntött, megvan a kivitelező is, a Hongkong Nicaragua Canal Development, csak éppen a környezeti hatástanulmányokat nem vették figyelembe. Az építkezés pedig máris megkezdődött – ha igaz.

Valószínűleg ismert, hogy a közép-amerikai földszoros átvágást és a hajózási útvonal létrehozását a két óceán között nem Panamába tervezték, hanem az 1820-as években Nicaraguába. Az öt államból álló, de igen rövid életű Közép-amerikai Szövetségi Köztársaság tárgyalásokat folytatott az Egyesült Államokkal a csatornaépítés megtervezésére, kivitelezésére és finanszírozására, aztán amikor az államalakulat darabjaira szakadt, Nicaragua folytatta a tárgyalásokat, de a csatorna helyett csak egy kocsit épült, melyen szekerekkel szállították az árut a két óceánpart között. A vízi utat a Nicaragua-tavon át tervezték, részletes geológiai vizsgálatok is készültek és bár szeizmológiailag veszélyesnek tartották a terepet, a tervet nem vetették el, egészen addig, amíg a Panama-csatorna építése meg nem kezdődött. Elvetették, de nem véglegesen! A 30-as évek legelején amerikai katonai mérnökök mintegy 300 fős csoportja végzett újabb vizsgálatokat a Nicaraguán át vezető hajóúttal kapcsolatban. A második világháború elején, amikor az Egyesült Államok még nem lépett hadba, több változatot is készítettek egy sekély, keskeny, csak uszályközlekedésre alkalmas csatorna tervére, sőt a 60-as évek elején az is felvetődött, hogy atomrobbantások révén mélyebb csatornamedret is kialakíthatnának. Végül egyik tervből sem lett semmi. 1999-ben Nicaragua ismét felmelegítette az ötletet, de ez nem a két óceánt összekötő vízi útra vonatkozott, hanem csupán arra, hogy egy sekély, keskeny csatornát (mely a tervekben Ecocanal néven futott) alakítsanak ki, mely a San Juan folyó bevonásával a Nicaragua-tavat kötné össze a Karib-tengerrel. Ezek a tervek jórészt az 1938–40-es felméréseken alapultak. 2004-ben nicaraguai kormány újabb tervet készített: lényege egy olyan csatorna, ami jócskán meghaladta az akkori Pa-

nama-csatorna áteresztő-képességét, vagyis lényegesen nagyobb hajókra tervezték, mint amekkorák az akkori a Panama-csatornán átfértek. Csakhogy kiderült, egy ilyen csatorna megépítése legalább 25 milliárd dollárba kerülne, s ez nagyjából a 25-szöröse az ország éves költségvetésének. Logikusan külső befektetőt kellett keresni. Amerikai, orosz és arab cégek egyaránt mutattak érdeklődést a terv iránt, mely, ha megvalósul, hatalmas gazdasági fellendülést hozna Nicaragua számára. Az ország elnöke, Daniel Ortega 2014. december 22-én nemcsak Nicaragua, hanem egész Közép-Amerika számára pozitív fejleményként értékelte a csatorna építését. A dolog szépséghibája, hogy környezetvédelmi tanulmányok előzetesen nem készültek, csupán hat nappal az elnök bejelentése előtt látott napvilágot egy tanulmány.

A csatorna teljes megépítési költségeit most már 50 milliárd dollárra teszik. Ha elkészül, 278 km hosszú lesz, míg a Panama-csatorna csak 77 km hosszú. A szélessége 230 és 520 méter között változik, ezt mindkét oldalán egy-egy 5 km széles védősáv szegélyezi. A csatorna nagy részben a Nicaragua-tavon halad át, mely egész Közép-Amerika legnagyobb állóvize. Az építést magát 5 évre tervezik, eszerint 2020-ban kellene elkészülnie. Az előzetes környezeti hatástanulmányt készítő cég, az ERM sajtóközleménye cáfolta Ortega azon bejelentését, hogy az építkezés megkezdődött volna. Állítják, erről szó sincs, csak további tanulmányokat készítenek melyek a terep megtszítására és a hozzáférő utakra vonatkoznak. Kitérnek viszont arra, hogy egy esetleges olajszennyezés súlyosan veszélyeztetné a halállományt, megzavarja a mezőgazdasági tevékenységet és kihat a vidék kulturális örökségére, továbbá a földek kisajátítása és az ezzel járó kompenzáció nem felel meg a nemzetközi előírásoknak. Ezzel kapcsolatban 2014 végén több tüntetés is volt Nicaraguában, melynek résztvevői éppen a földek kisajátításának módja ellen tiltakoztak. Több tucat embert le is tartóztattak. Emellett a nicaraguai Tudományos Akadémia és annak elnöke is erős fenntartásait hangoztatta; különösen a Nicaragua-tó vízállományáért és vízminőségéért aggódnak.



(2014. december)

VEGYI VARÁZSSZER A KORALLZÁTONYON

A korallzátonyokon élő halak rendkívüli színgazdaságukról ismertek. Első pillantásra ez kedvezőtlennek tűnhet, ha azon-

ban jobban meggondoljuk, a színes korallvilágban ez nagyon is jó rejtőzködési lehetőséget nyújt. Ezen kívül azonban legalább egyfajta korallhal egyéb más eszközt is használ álcázásra: ugyanolyan illata van, mint a korallnak, melyet elfogyaszt. Ennek következtében sem a ragadozó halak, sem a koralllevő rákok nem tudják illatát a korallok illatától megkülönböztetni – bizonyítják a kutatások. A hal ezzel az első példa a táplálkozásfüggő, szagláson alapuló álcázásra a gerinceseknél.

Sok ragadozó a vadászat során nem a szeme, hanem az orra után megy: már régen érzi zsákmánya illatát, még mielőtt megpillantaná. A zsákmánynak ezért előnyös, ha egyfajta szagláson alapuló varázsszerre szert tesznek, amivel álcázhatja magát. Egyik-másik növényevő rovárnál már ismert a vegyi álcázás ilyen formája. Így például a Kínában elterjedt pillangó, a *Biston robustum* hernyói felveszik annak a növénynek az illatát, amelyen élnek, s amelyet fogyasztanak. A táplálékkal felvett, az adott növényre jellemző vegyületeket a hernyó beépíti bőrébe és ezáltal a ragadozó hangyák számára csak nehezen felismerhető. Más állatcsoportoknál, melyeknek nincs kemény bőre, s nem is azon a növényen élnek, melyet fogyasztanak, ilyen táplálkozásal összefüggő vegyi álcázás eddig ismeretlen volt.

Ausztrál kutatók a Föld legnagyobb és legismertebb korallzátonyán, a Nagykorallzátonyon (Great Barrier Reef) céltartan további példákat kerestek hasonló vegyi álcázásra. Régóta ismert ugyanis, hogy sok zátonylakó szaglószerrel segítségével tájékozódik környezetében. A zátonyhalak a nem-vizuális érzékükre támaszkodnak, úgy, mint a szagra, hogy zsákmányt találjanak, de arra is, hogy elenségeik útjából kitérjenek.

Tanulmányukhoz több példány narancsszínű harlekin vérteshalat (*Oxymonacanthus longirostris*) fogtak a Nagykorallzátonynál, s átmenetileg tengervizes akváriumban tartották a Lizard-szigeti kutatóállomás egyik laborjában. Ezek a narancsszínű pöttyökkel díszített halak szinte kizárólag a kőkorallok *Acropora* nevű fajtájával táplálkozik, pihenni pedig ágai közé bújik. Mintázata jó rejtőzködést biztosít, s a kutatók arra voltak kíváncsiak, hogy ebben kémiai rejtőzködés is szerepet játszik-e.

A vizsgálatokhoz a halak felét *Acropora*-korallal, a másik felét pedig egyéb korallal táplálták. Három nap elteltével a halakat egy napig böjtöltették, mégpedig azért, hogy elérjék, hogy bélrendszerükben ne maradjanak koralldarabok, illetve hogy ne ürítsenek korallszagú ürüléket. A tulajdonképpeni vizsgálathoz korallkedvelő rákot, vagy ragadozó halat engedtek egy medencébe, amelybe mindkét végén vizet

engedtek egy-egy szomszédos tartályból. Az egyik tartályban úszott az egyik korallhal, a másikba egy darab korallt helyeztek – vagy épp azt a korallfajtát, amellyel korábban a halat táplálták, vagy ellenőrzésképpen a másik korallfajtát, **mellyel a halak másik felét táplálták.** A kutatók azt figyelték meg, hogy a rákok vagy a ragadozó halak a két szagingerhez közeledtek-e, s ha igen, melyikhez.

Az eredmény: ha a kontrollkorall ugyanahhoz a fajta korallhoz tartozott, melyet korábban a hal elfogyasztott, a halak testének szaga megtévesztette mind a rákokat, mind a ragadozó halakat. A vérteshal szaglason alapuló jelzése annyira nyilvánvalóan hasonlított a korallhoz, hogy néhány rák meg sem tudta különböztetni a korallok szagától. A ragadozó halaknak is nehézséget okozott, hogy szag alapján keresse meg a medencének azt a részét, ahol a zsákmány tartózkodott.

Az eredmények meggyőző bizonyítékot szolgáltatnak a táplálék segítségével elért kémiai rejtőzködés működőképességére a harlekin vérteshalakkal. A rákok és ragadozó halak viselkedése arra utal, hogy ezek a halak felveszik táplálékuk szagát – legalábbis részben. Hogy melyek azok az illatanyagok, amik felelősek ezért a kémiai álcázásért, és hogy jutnak a halak bőrébe, illetve nyálkarétegébe, az még további kutatások témája.

Mindenestre ez az első példa a táplálékoszálal összefüggő kémiai rejtőzködésre gerinces állatnál. Ez pedig arra utal, hogy a nem a látással összefüggő rejtőzködés a különböző ökoszisztémák ragadozó-zsákmány viszonylatában fontos szerepet játszik. Ott, ahol a ragadozók a látás mellett a szagokat is használják a zsákmány felkutatására, a vizuális és kémiai rejtőzködés kombinációja hatékony ragadozóellenes stratégia. Kutatók ezért feltételezik, hogy további korallhalak, illetve más vízi-, de szárazföldi gerinces állatok is képesek táplálékuk segítségével álcázni magukat.



(2015. március)

A NEPTUNUSZON TÚLI VILÁG

William Herschel 1781-ben fedezte fel az Uránuszt. Ennek perturbációi alapján találták meg 1846-ban a Neptunuszt. A Neptunuszon túl azonban több a kérdés, mint a válasz. A Neptunusz vélt pályaháborgásai

alapján 1930-ban felfedezték a kilencedik bolygót, a Plútót. Később kiderült, hogy a Plútó túl kicsi ahhoz, hogy érdemben befolyásolja a Neptunusz mozgását, de az is kiderült, hogy a Neptunusz mozgása nem is rendellenes. A Plútó körül több holdat is találtak, a tágabb környezetében azonban sokasodni kezdtek a hozzá hasonló égitestek, ezért 2006-ban a Plútót érdemtelesen „lefokozták”, bolygóból törpebolygóvá minősítették. A Neptunuszon túl azonban inkább csak a rejtélyek szaporodtak.

Mai tudásunk szerint mintegy 2000 égitest kering a Neptunuszon túli térségben – ahol a Plútó is található –, az úgynevezett Kuiper-övben. A Kuiper-öv meglehetősen éles külső határa 48 cse-nél található (cse: csillagászati egység, a Nap és a Föld közepes távolsága, kerekén 150 millió km). A Kuiper-öv annak az ősi ködnek a maradványa, amelyből 4,6 milliárd éve a Naprendszer született, mert ebben az óriási távolságban (és hatalmas térfogatban) az anyag olyan ritka volt, hogy nem tudott nagyobb égitestekké tömörülni (egyesek szerint még az Uránusz és a Neptunusz is mai helyénél beljebb keletkezett, csak a Jupiter és a Szaturnusz gravitációja lökte őket a Naptól messzebbre.) Ezzel azonban nincs vége a Naprendszernek, mert a hosszú periódusú üstökösök jóval messzebről, az úgynevezett Oort-felhőből jönnek. Ez a képződmény 5000 cse-n túl kezd gömbszimmetrikussá válni, és úgy tűnik, egészen 100 000 cse-ig nyúlik, ami már a legközelebbi csillag, az Alfa Centauri távolságának harmada. Feltételezik, hogy az ott található objektumok a Naprendszer belső részében tömörültek össze, majd az óriásbolygók gravitációja lökte ki őket. Vélhetően az így kirepülő apró égitestek 1–10%-a rekedt meg az Oort-felhőben. Az Oort-felhőben a Nap gravitációja már jelentéktelenné válik, ezért a mozgások kaotikusak, külső hatásokra érzékenyek. Innen látogatnak a Naprendszer belsejébe a hosszú periódusú üstökösök, méghozzá, ha egy csillag közeli elhaladása megzavarja az Oort-felhőben lévő égitestek mozgását, akkor rohamszerűen (legközelebb a Gliese 710 jelű csillag halad majd el 70 000 cse-re a Naptól – 1,5 millió év múlva).

De mi a helyzet a Kuiper-öv és az Oort-felhő közötti „senki földjén”, azaz a Naptól néhány száz tíz és néhány ezer cse közötti távolságban? A csillagászok sokáig üresnek gondolták ezt a tartományt, 2003-ban azonban felfedezték a Sednát. A különös, 1000 km átmérőjű égitest 76 cse és 532 cse közötti távolságban, erősen elnyúlt ellipszispályán kering a Nap körül (tehát még napközelpontban is kétszer olyan messze jár a Naptól, mint a Plútó átlagos távolsága). A felfedezés olyan meglepő volt, hogy egyesek elkezdték újragondolni a Naprendszer keletkezésének lehetséges körülményeit. Egy évtizeddel később azután találtak egy

hasonló objektumot. A 2012 VP₁₁₃ jelű égitest 80 és 265 cse közötti távolságban kering a Nap körül. Mindkét égitest pályája nagyon stabil, a Naprendszer egyetlen ismert égitestje sem okoz mozgásukban észrevehető perturbációt, még a Neptunusz sem. Mindamellett, a csillagászok biztosak abban, hogy meglehetősen elnyúlt pályájuk csak úgy jöhetett létre, hogy valamikor a múltban mégis jelentősen befolyásolta valami a mozgásukat.

Egyes csillagászok azonnal meg is alkották a „belső Oort-felhő” (IOC, inner Oort Cloud) fogalmát, bár a hatalmas térségben eddig talált két objektum esetében meglehetősen furcsa a „felhő” megjelölés. A megkülönböztetést mégis az indokolja, hogy az IOC objektumokra – az „igazi”, vagy külső Oort-felhőhöz benépesítő objektumokkal ellentétben – nincsenek hatással a galaktikus árapályerők, így ezek pályája jobban megőrizhette a Naprendszer dinamikai fejlődésének maradványait. Pályájuk kialakulásáról egyelőre csak találgatások vannak. A modellek ellenőrizhetők, sőt, a megfigyelések alapján dönteni is lehet közülük, ehhez azonban (jóval) több IOC objektumot kellene felfedezni, hogy pályáikat statisztikusan lehessen elemezni. Észlelési szempontból az LSST (Large Synoptic Survey Telescope) hozhat érdemi előrelépést, ennek üzembe állítására azonban még egy évtizedet várni kell.

Az eddig használt műszerek teljesítőképességéből és a két felfedezett objektumból extrapolálva a csillagászok becslése szerint mintegy ezer, legalább 1000 km átmérőjű, és jóval több apróbb égitest népesítheti be az IOC-t. Minden bizonynyal több égitestet tartalmaz, mint a Mars és a Jupiter pályái közötti fő kisbolygóöv, egyes égitestek valószínűleg a Plútónál is nagyobbak lehetnek, de akár a Mars-hoz vagy a Földhöz hasonló méretű testek is rejtőzhetnek a távolban. A nagy távolság miatt még a Sedna méretű égitestek is csak pályájuk rövid, napközeli szakaszán figyelhetők meg a jelenlegi legnagyobb távcsövekkel. Abban viszont meglehetősen biztosak a csillagászok, hogy az IOC sem rejteget a Jupiterhez hasonló méretű és szerkezetű gázóriásokat, ezeket ugyanis saját hősugárzásuk miatt az infravörös tartományban végzett űrcsillagászati megfigyelésekkel már észre kellett volna venni.

Ugyanakkor a két IOC objektum és további 10, extrém KBO (Kuiper-övbéli égitest) pályáját elemezve azt tapasztalták, hogy a napközelpontok irányának eloszlása nem teljesen véletlenszerű, amiből arra következtetnek, hogy vagy mégiscsak van valahol a Naprendszer peremén egy nagyobb tömegű égitest, vagy pedig ezek az égitestek valamikor a régmúltban közelebbi gravitációs kölcsönhatásban lehettek a Neptunusszal.