

Lurraren erlojuak

Galarraga Aiestaran, Ana

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



ARTXIBOKOA

Filmetako detektibeak, krimenaren lekura iritsi orduko, ahal duten arrasto gehien biltzen saiatzen dira, gero ondorioak ateratzeko. Galdera hauei erantzutea da gakoa: Zer gertatu da? Noiz? Zergatik? Nork egin du? Geologoek eta paleontologoek ere detektibeek bezalaxe jokatzten dute. Lurraren historiaren puzzlea osatzeko, ezinbestekoa da jakitea noizkoak diren arrastoak, eta, horretarako, hainbat metodoz baliatzen dira iraganaren detektibeak.

GEOLOGOAK, PALEONTOLOGOAK ETA ARKEOLOGOAK IRAGANAREN DETEKTIBEAK DIRA. Haientzat, oinarrizkoa da denboran ordenatzea gertaera geologikoak eta historikoak. Kasu bat argitzea lortzen dutenean, gainera, beste nonbait garai berean izandako beste kasu batekin pareka dezakete. Hala, pixkanaka, elkartuz doaz Lurraren historiaren puzzlea osatzten duten piezak.

Euskal Herriko Unibertsitatean badaude halako detektibeak; horietako bat da Xabier Murelaga paleontologoa. Haren esanean, toki batean zer gertatu den argitzeko, oinarrizkoa da lurtean gertatu diren fenomeno geologikoak datatzea eta kronologikoki ordenatzea, hau da, zaharretik gazteenera ordenatzea.

Berez, ez du zaila ematen. Normalean, jalkinak geruza horizontaletan jartzen dira, bata bestearen gainean, eta gaineko geruza azpikoa baino gazteagoa izaten da. Hain juxtu, horizontaltasunaren legea eta geruzen gainjartzearen printzipioa deitzen zaie, hurrenez hurren. 1669an azaldu zituen Steno izeneko naturalista batek, eta, sinpleak diren arren, oso baliagarriak dira geruzak kronologikoki ordenatzeko.

Alabaina, hainbat fenomenok hautsi egiten dute Stenoren printzipioa: lurrikarek, erupzioek, tolesturek... Halakorik gertatu bada, beti geratzen dira arrastoak, eta horietatik bilatzen dituzte geologoek. Arrasto horiek polaritate-irizpideak dira, eta horri esker jakiten dute aldaketarik egon ote den.

Adibidez, oinatzei begiratuta jakiten dute zer geruza zegoen gainean zapaldu zen garaian, ezinezkoa baita azpikoa zapaltzea. Ur-tantak edo arraildura-markak ere gainazalean daude beti. Beste era bat hutsuneen betegarrietan oinarritzen da. Hutsune bat dagoenean, eta ez bada osorik betetzen, betegarria beheko aldean egoten da beti; hala, arroka sortu ondoren, betegarriaren kokapenak adierazten du zein den beheko aldea. Betekin geopetalak deitzen zaie horiei.

Hala eta guztiz ere, lege guztiek bezala, gainjartzearen printzipioak ere baditu salbuespenak. Besteak beste, ibaien terrazak eta kobazuloak aipatu dizkigu Murelagak. Izan ere, ibaien ertzetan beheko geruzak dira gazteenak, ibaiak beti lurrean sartzen baitoaz. Kobazuloetan, berriz, gerta daiteke zuloa jalkinez betetzea eta, guztiz bete denean, erreka sortzea azpitik. Gero ura desagertzen bada, azpiko zulo hori ere bete egiten da, eta, nahiz eta azpian egon, gainekoa baino gazteagoa da.

Erlatiboa, absolutua

Salbuespenak alde batera utzita, geruzen gainjartzearen printzipioa oso baliagarria da geruzak denboraren arabera ordenatzeko. Hala ere, ez du adierazten geruzen adina. Horregatik, datazio-metodo erlatiboa da, ez absolutua.

Oso garrantzitsua da ondo zehaztea non eta nola zeuden indusketan aurkitutako aztarnak.



X. MURELAGA



X. MURELAGA

Errioxako Larderoko indusketa. Zakuetan B Miozenoko mikrougaztunen fosilak gorde dituzte, gero datazioak egiteko.

“Stenoren printzipioa oso baliagarria da geruzak kronologikoki ordenatzeko”

Fosilek ere balio dute datazio erlatiboak egiteko, garai bakoitzak izaten baititu berezko fosilak. Arkeologoen, esaterako, industria, hau da, gizakiak

egindako tresneria, baliatzen dute garaiak bereizteko: Madeleinealdia, Solutrealdia... Kultura horiek berezko industria batekin definitzen dira.

Hala ere, kontuan izan behar da industria ez dela sinkronikoa, ez dela une berean sortzen eta garatzen Europa osoan. Aitzitik, leku batean sortu eta besteetara hedatzen denerako, denbora igarotzen da. Horrek arazoak sortzen ditu datazioak eta korrelazioak egitean.

Murelagak eta beste paleontologoen fosil prearkeologikoen egiten dute lan normalean, hau da, gizakia azaldu baino lehenagokoekin, baina, hala ere, arazo bera dute fosil kontinentalekin. Izan ere, espezie berri bat azaltzen den tokitik hona iritsi artean, litekeena da milaka urte igarotzea. Ez da hori gertatzen, ordea, fosil itsastarrekin, itsasoz askoz azkarrago hedatzen baitira bizidunak.

Arazoak arazo, stratigrafiaren bidez geruzak kronologikoki ordenatu ondoren, fosiletan oinarrituta bakoitza bere garaian koka daiteke. Baina horrekin ezin da adina zehaztu; horretarako, datazio absolutua erabili behar da. ➔

Argazkian, paleontologoa krokodilo-hezur baten orientazioa begiratzen ari da, jakiteko ea badagoen ibai-korrontearen aztarnarik.



X. MURELAGA

Zenbat eta arroka gazteagoak izan, orduan eta errazagoa da datazio absolutua egitea. Hain zuzen ere, duela 50.000 urte baino gazteagoa bada, eta materia organikoa badu, karbono-14aren metodoa erabiltzeko aukera dago. Eta horixe da, hain juxtu, metodo errazena, bai eta erabiliena ere. Gainera, errore txikia du: ehun urte ingurukoa edo are txikiagoa.

Isotopo erradioaktiboak

Kontua da izaki bizidunek, bizi diren artean, inguruan dagoen karbono-14a xurgatzen dutela. Hiltzen diren unetik bertatik, ordea, karbono-14a desagertzen hasten da. Desagertzeko-eritmoa ezaguna denez, gelditzen den karbono-14a atmosferan dagoenarekin alderatuta jakin daiteke aztarna noizkoa den.

Karbonoaren isotopoek ez dute balio bakarrik adina kalkulatzeko. Adibidez, oreinen fosilen karbono- eta nitrogeno-isotopoei erreparatzen die Murelagak jakiteko zer jan zuten animalia horiek. Dietari esker, garai hartan zer klima zegoen ondorioztatzen du Murelagak.

Karbono-14ak muga bat dauka, ordea: ez du balio 50.000 urte baino lehenagoko arrokkak datatzeko, denbora-epe horretan, aztarnak zuten karbono-14 ia guztia desintegratuta baitago.

Bestalde, arroketan ere egin daitezke isotopoetan oinarritutako datazioak. Arroketan uranioaren, rubidioaren, potasioaren, eta beste zenbait elementuren isotopoekin egiten dute lan. Horien erdibizitza karbono-14arena baino askoz ere handiagoa denez, egokiak dira duela 50.000 urte baino zaharragoko arrokkak datatzeko.

“karbono-14 isotopoan oinarritutako teknika datazio-metodo absolutua da”

Hala, desintegrazio-eritmo motela duten isotopoekin milioika urte egin daiteke atzera. Karbono-14 isotopoaren erdibizitza 5.730 urtekoa da; hau da, 5.730 urtean, fosilak duen karbono-14aren erdia galtzen du. Aldiz, uranio-235a berun-207 bihurtzeko prozesuak 700 milioi urteko erdibizitza du; eta uranio-238tik berun-206 sortzeko prozesuak, berriz, 4.500 milioi urtekoa. Errorea ere neurri horretakoa da; alegia, 3.000 milioi urteko datazioetan, milioi bat edo besteko errorea egon daiteke.

Iraganaren detektibek arrokkaren adinaren arabera aukeratzen dute zer isotopotan oinarritu datazioa. Zenbat eta zaharragoa izan arroka, orduan eta erdibizitza luzeagoa duen isotopoa neurtu behar da. Aipatutakoez gain, rubidio-estrontzioa, potasio-argona, uranio-torioa eta beste sistema batzuk erabiltzen dituzte.

Hori bai, une batean sortutako arrokin bakarrik balio dute teknika horiek. Era horretakoak dira arroka bolkanikoak. Arrokkaren zati guztiak batera sortu dira, laba hoztean, hain zuzen. Hortaz, zati guztiak balio isotopiko berbera dute, desintegrazioa aldi berean gertatzen baita zati guztietan. Hori ez da gertatzen, ordea, konglomeratuen moduko arroka sedimentarioetan. Izan ere, hainbat zatiz osatuta daudenez, denek ez dute balio isotopiko bera.

Magnetismoa

Nolanahi ere, ikertzaileek metodo bat baino gehiago erabili ohi dute arroka berean, kalkulua ahalik eta zehatzena izan dadin. Murelagak, esaterako, paleomagnetismoa erabiltzen du batzuetan. Lurraren eremu magnetikoaren polaritate-aldaketetan oinarritzen da metodoa, eta, haren esanean, datazio erlatiboaren eta absolutuaren nahaste bat da.



X. MURELAGA

Bardean agerikoak dira geruzak. Duela 21 milioi eta 15,5 milioi urteen artean sortu ziren.



X. MURELAGA

Juan Cruz Larrasoña ageri da argazkian, paleomagnetismoa neurtzeko laginak kokatzen zutabe geologikoan.

Gaur egun, polo negatiboa lpar polo geografikotik hurbil dago, baina, 10.000-25.000 urteko epealdietan, polaritate hori trukatu egiten da. Polaritate-aldaketa aldi berean gertatzen da planeta osoan, beraz, orokorra da. Hala, arroka burdina edo beste mineral magnetiko bat badu eta galdututako material baten gainean badago, minerala beti orientatzen da polo magnetikorantz.

Beraz, mineralaren orientazioak polaritatea adierazten du, eta erraz ikusten da gaur egungoarekin bat datorren

edo ez. Horrek, berez, ez du adierazten arroka noizkoa den, polaritate-aldaketak ziklikoak baitira, baina, gainjarritako hainbat geruzatan polaritatea neurtuta, zutabe paleomagnetiko bat osatzen dute paleontologoek. Kode-barra moduko bat da, eta beltzez eta zuriz adierazten dira gaur egungo polaritatea duten tartea eta aurkakoa dutenak.

“100 milioi urte baino gehiagoko arroka datatzeko ere balio du paleomagnetismoak”

Hurrengo pausoa, ozeanoko hondoetatik ateratzen diren arroka bolkanikoenarekin parekatzen dute zutabe paleomagnetikoa. Izan ere, ozeanoko dortsaleko arroka bolkanikoetan, isotopoekin datazio zehatza eginda dago, eta, beraz, erreferentzia gisa erabiltzen dira. Horretaz gain, fosilez ere baliatzen dira, polaritate-aldaketak ‘ainguratzeko’; hau da, jakiteko gutxi gorabehera non kokatzen den datatu nahi den zutabe paleomagnetikoa dortsaleko erreferentzian.

Kontu handiz atera behar kontuak

Duela 50.000 urte baino gutxiagoko laginetan, karbono-14aren teknika da erabiliena. Baina horrek ez du esan nahi merkea denik; galdetu, bestela, horretan lan egiten dutenei. Xabier Murelaga paleontologoak aitortu duenez, horretan joaten zaie aurrekontu osoa EHUko Estratigrafia eta Paleontologia sailean.

Karbono-14aren probak egiteko, atzerriko laborategietara bidaltzen dituzte laginak; hala nola, Madrilera, Suitzara, Groningerera, edo, Murelagaren kasuan, Floridara. Murelagak paleodietak aztertzen dituenez, karbono-isotopoak ez ezik, nitrogenoa neurtzea ere behar du, eta horregatik bidaltzen ditu laginak Floridara. Lagin bat datatzeko 600 euro balio du; horregatik, kontu handiz aukeratzen du bidali beharreko lagin bakoitza.

Dena den, EHU bertan ere egiten dituzte beste isotopo batzuetan oinarritutako datazioak. Hain zuzen ere, Mineralogia eta Petrologia sailean, adin geologikoa kalkulatzeko zerbitzua eskaintzen diete bai unibertsitateetako taldeei baita enpresei eta partikularrei ere. Arroka, mineralak, metalak, fosilak, tresnak... datatzen dituzte, hainbat elementu eta isotopotan oinarrituta: rubidioa, estrontzioa, uranioa, beruna, samarioa eta neodimioa. Samario-neodimio datazioa da garestiena, 180 euro balio baitu lagineko, eta hori erabilia kalkulatu dute, adibidez, Meridako arroka baten adina. Granatea duen diorita bat da, eta 550 milioi urte dituela kalkulatu dute.

Metodo konplexua da, baina Murelagak, adibidez, horren bidez datatu ditu Bardeako aztarnategiak. Hala ere, batzuetan arazoak egoten dira, adibidez, erreka batek zati bat eraman duenean, edo ur-fluxuak orientatzen dituen mineralak, eta ez magnetismoak. Halako kasuetan izan ezik, metodo baliagarria da paleomagnetismoa, eta denboran oso atzera joateko aukera ematen du, 100 milioi urte baino gehiagoko arroka datatzeko ere balio baitu. ➔



Eraztunak eta beste

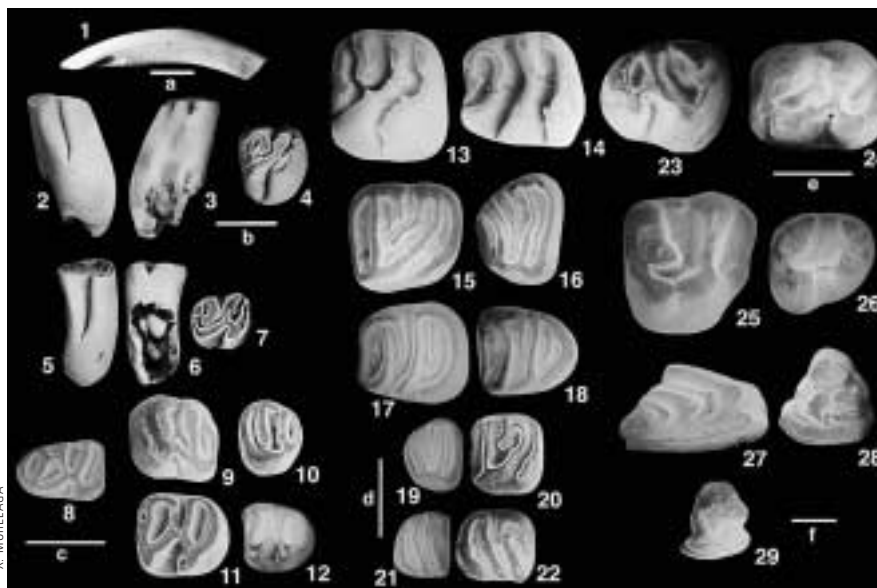
Zuhaitzen enborrek ere badute barra-kode bat: eraztunak edo hazkunde-lerroak. Eta horiek ere balio dute datazioak egiteko. Eraztunetan oinarritutako teknikari dendrokronologia deitzen zaio, eta hazkunde-lerroak klimarekin eta denborarekin erlazionatzean datza.

Hain zuzen ere, hemengo zuhaitzei urtean eraztun bat sortzen zaie. Beste leku batzuetan, aldiz, ez da hala gertatzen. Adibidez, oihan tropikaletan landareak etengabe hazten dira, eta uda oso lehorra izaten duten lekuetan, berriz, gerta daiteke eraztun bat baino gehiago sortzea urte berean. Horregatik, ez dute balio dendrokronologia erabiltzeko.

Latitude hauetan, ordea, zuhaitzak gehiago hazten dira udan neguan baino. Hazkuntza-garaiaren hasierako eta bukaerako zura desberdina izaten denez, posible da eraztunak bereiztea. Halaber, eraztunek zabalera desber-



Hemengo zuhaitzei urtean eraztun bat sortzen zaie.



Bardeako mikrougaztunen hortzak: 1-7, kastoreak; 8-12, eomiliidoak (gaur egun desagertuta); 13-22, muxarrak; 23-24, hamsterrak; 25-26, katagorriak; 27-29 lagomorfoak.

dina izaten dute hazkundeari eragiten dieten faktoreengatik (temperatura, poluitzaileak...). Hortik informazio gehigarria lortzen dute, adibidez, nola joan den aldatzen eguraldia denboran zehar.

“ikertzaileek datazio-metodo bat baino gehiago erabiltzen dute, eta teknika absolutuak eta erlatiboak konbinatzen dituzte”

Zutabe paleomagnetikoekin egiten den bezalaxe, eredu batekin alderatu behar da eraztun-sekuentzia. Horrela, ainguratu egiten da, kronologian kokatu.

Bestalde, zuhaitz biziak hasita, eta hildako egur zatiekin gainjarriz, kronologia luze bat lor daiteke. Hala, dendrokronologia erabilita datatu den enbor zaharrenak 7000 urte ditu.

Horiez guztiez gain, beste datazio-metodo asko daude: luminiszentzia, palinologia, obsidianaren hidratazioa kontuan hartzen duena... Horietako batzuk absolutuak dira, eta beste batzuk erlatiboak, baina normalean bat baino gehiago erabiltzen dute ikertzaileek, ahalik eta kalkulu zehatzena egin nahian.

Dama bati ez omen zaio galdetu behar zenbat urte dituen, baina denboraren detektibeek eskura dituzten trikimailu guztiak erabiltzen dituzte Lurraren adina asmatzeko!



01423 Sobron (Araba)

tel.: 945 359016

faxa: 945 359137

http: www.aventurasobron.com

h. el.: info@aventurasobron.com

Etor zaitetz ezkutuko ingurune natural hau ezagutzera eta abenturaz goatzera

Sobrongo abentura-zentroa

kanoa, kayak, paintball, mendi-ibilaldiak, orientazioa, mendi-bizikleta, arku-tiroa, igerilekuak...



Eskola-umeentzako prezio bereziak