

Időszerű kérdések az éghajlatkutatás történetéből

Current issues from the history of climate research

dr. BOTH Mária Gabriella

Apor Vilmos Katolikus Főiskola
2600 Vác, Schusztér Konstantin tér 1-5.
both.maria@avkf.hu

Abstract

The number of scientific publications concerning global climate change is quite remarkable and has been growing rapidly from the 1990s. This study aims to survey the connection between vegetation and climate change as observed during the age of enlightenment, and also, to shed light on the connection between the current and those preliminary researches.

Keywords: history of geology, vegetation research, climate research, ice age

Kivonat

A globális klímaváltozással foglalkozó tudományos publikációk száma igen tekintélyes, az 1990-es évektől pedig rohamosan nő. Az alábbi tanulmány a vegetáció és éghajlatkutatás felvilágosodáskorabeli kezdeteit tekinteti át és rámutat az egykori és a jelenbeli kutatóprogramok kapcsolatára.

Kulcsszavak: földtan tudománytörténet, vegetációkutatás, klímaváltozás, jégkorszak

1. A TERMÉSZET TÉRBELI MINTÁZATAI ÉS A MEGISMERŐ EMBER

Mindennapos tapasztalatunk, hogy a bennünket körülölelő táj meghatározó alkotója a növénytakaró, rejtetten idő- és térbeli tájékozódásunk szerves része. Utazásaink során változása jelzi leggyorsabban, mennyire távolodtunk el lakóhelyünkötől. Otthonosság érzésünkhöz hozzátartozik időbeli, szabályos évszakos arculatváltozása és mozdulatlansága. Utóbbi látszat, a humán percepció sajátja. Kimondatlan meggyőződésünk, hogy környezetünkben a fák, bokrok helye állandó, ám felgyorsított filmfelvételeken a növényzet sebesen kavargó, folyton változó mintázatú képet mutat. [1] A térbeli rendezettség, stabilitás iránti igényünk evolúciós örökségünk része, értelemkereső gondolkodásunk működésének feltétele. [2] A humán észlelés, megismerés különbözik a vegetáció- és a klímaváltozás tér-időléptékétől.

A modern embert a média mindennapos híradásai ébresztették rá az élővilág egyed feletti szerveződési szintjeinek létezésére és működésére, látva a földi léptékű környezeti „katasztrófák” egyre gyakoribb és feltűnőbb jelzéseit. [3] Tudománytörténeti szempontból a 19. század elején - A. Humboldt nyomán - már ismertek voltak a Föld horizontális és vertikális éghajlati övezeteihez igazodó életszerveződési formák, a biomok. Ezek indikátor szerepét az éghajlatot kutatók ismerték fel. A ma világszerte használt éghajlat-osztályozási rendszerek - Köppen nyomán - a növényzet éghajlatjelző tulajdonságából indulnak ki. Köppen a növényzet területi eloszlását vette alapul és az egyes klímahatárokat a vegetációtípusok szerint határozta meg. [4] Candolle francia-svájci botanikus a vegetáció-típusokat hőigényük és szárazságtűrésük alapján foglalta rendszerbe. Köppen összefüggést állapított meg a vegetáció-típusok földrajzi határai és a hőmérséklet, csapadék bizonyos határértékei között (például a havi minimum középhőmérséklet és az évi csapadékösszeg) között. A Köppen-féle klímafelosztás a Liebig-féle ökológiai minimum elv életközösségek földi léptékű elterjedésének leírása. A növényi életközösségek elterjedését is a leginkább korlátozó környezeti tényezők (hőmérséklet, csapadék) határozzák meg. Humboldt a 19. század elején statikus képet rajzolt a növényzeti formációk, biomok övezetességéről. Felosztásban a szoláris klímahatárok mellett a helyi földrajzi tényezők is szerepet kaptak. Köppen térképe annak ellenére, hogy szerény statisztikára támaszkodott, tudománytörténeti szempontból mégis időtálló. Az életközösségek térbeli mintázatai olyan ökológiai kapcsolatokat jeleznek, melyek jól illeszthetők az éghajlati jelenségek időskálájához.

A 18. század végén elsők között a föld- és élettudományok művelői tettek kísérletet az emberi történelemet meghaladó időléptékű természeti folyamatok tudományos módszerekkel történő feltárására. A biológiai és a geológiai diszciplínák kibontakozásának korai időszakában az élő és élettelen természet evolúciós változásai fontos vitázó viták kereszttüzében álltak. Európa-szerte természetbúvárok, utazók, geológusok igyekeztek magyarázni a „báránsziklák” „ördög kövek” rejtélyét, melyeket ma vándorkövek (erratic boulders) néven ismer a geográfia és a földtan. A jégkorszak kutatás első lépései összefonódtak a hegységképződésről, a földtani változások nagyságáról, eredetéről, folytonosságáról szóló vitákkal. Egyrészt a neptunista fölfogás szerint a Föld legelső hegyei gránitból épülnek fel, másrészt a vándorkövek óriási mérete, alakja, csiszolt felszínük, környezetüktől idegen, távoli tájakkal viszont rokon kőzetminősége magyarázatra várt.

2. A HUTTONI FÖLDMODELL

Edinburgh-ot tartják a felvilágosodás egyik legkorábbi központjának. David Hume, Adam Smith, John Playfair, az „Oyster Klub” tagjai voltak a város egyetemi és szellemi életének legmeghatározóbb személyiségei. Ez a közeg inspirálta Hutton *Theory of the Earth* (1795) művét, a modern geológia alapkérdéseiről. [5] A szerző, a város szülötte, mint farmer és autodidakta geológus volt ismert. Művében kifejtette: a Föld olyan gép, amit vegyi és mechanikai alapelvek szerint lehet megérteni, szervezéssel rendelkezik, amelyben szükségszerűen bekövetkeznek pusztulások. Hutton feltételezése szerint a Föld rendelkezik azzal a képességgel, hogy természetes módon biztosítsa az élőket (növényeket, állatokat) fenntartó stabil (talaj, éghajlat) környezetet. A jelen geológiai eseményeiből tudunk a múltra és a jövőre következtetni. A természeti folyamatok egyenletesek, állandóak és meghatározott sorrendiségük van. A mű egyik jelentősége, hogy megalapozta a geológiai léptékű idő fogalmát, kellően hosszú időt adva a földtani rétegek, az életformák és a felszín állandó, folyamatos, időtlenségbe vesző átalakulásának. Lyell későbbi munkái ennek ihletésében lassú, folytonos, csendes folyamatokkal magyarázták a Föld geológiáját. A régen és ma is ható változások feltételezése adta a geológia kutatások alapját. Hutton a földtan alapvetéseiről szóló egyik első paradigmavitában a plutonista eszmék képviselője volt. A *Theory of the Earth* úttörő kísérlet volt. Egyrészt a terepfeltáró utazások, kutatások sok színű tapasztalatait igyekezett beilleszteni, összhangba hozni a földfelszínen zajló, folyamatos, ciklikus anyagáramlások által egyensúlyban tartott földmodellel, másrészt érvelt az elsősorban német neptunista és a francia kataklizma elméletekkel szemben. A földtani folyamatok természettudományos alapú leírásának és értelmezésének alapja a mű. A Bibliára, teremtésre, özönvízre való hivatkozás nélkül. Hutton leszögezi, a világ az ember számára készült, helyzete kitüntetett, mert egyedül ő képes megismerni a világ természetét, mely örömforrás számára. *„THE globe of this earth is evidently made for man. He alone, of all the beings which have life upon this body, enjoys the whole and every part; he alone is capable of knowing the nature of this world, which he thus possesses in virtue of his proper right; and he alone can make the knowledge of this system a source of pleasure and the means of happiness”* [5]

3. SZEMBENÁLLÓ PARADIGMÁK

A felszín arculatának folytonos változását magyarázó huttoni elmélet egyik központi gondolata a hegyek, magaslatok pusztulása. Ennek szemléltetésére a kortárs francia utazók, hegymászők műveiből, naplójából hosszú idézeteket közölt. Az Alpok és a Pireneusok feltárói (Saussure, T. Suisse, M. de Luc) érzékletesen, a szemtanúk hitelességével írták le a hegységek glaciális formakincsét. Saussure naplójából Hutton átvette az első alpinista kutató Mont Blanc gleccserlejtőiről szóló beszámolót. [5] Saussure genetikai kapcsolatot ismert fel a hegy lábánál fekvő és a környező települések épületeiben megfigyelt gránittömbök és a hegy legmagasabb csúcsainak szikláinak között. A hatalmas kőtömböket a jégárok ragadták és szállították magukkal a völgyekbe. Saussure leírásában Hutton a természet pusztító erőit és azok emberre gyakorolt csodálatos és rettenetes erejét látta. A hegységek kialakulásának neptunista elvét elutasította, néven nem nevezve egyik legnagyobb hatású képviselőjét A. G. Wernert. [5] A Szászországban működő bányász, geológus a hegységek kialakulására, felépítésére kidolgozott modelljével a korabeli föltáró geológiai kutatásokat segítette, a különböző helyekről gyűjtött adatok rendszerezését, összevetését téve lehetővé, a hegységek közzetani felépítésének feltételezett térbeli rendjével. Hutton szerint a gránit nem tanúskodik a hegységek kialakulásáról (creatio), nincs ok feltételezni a gránit idősebb voltát a többi kőzetenél. A korabeli terepfeltárók számára feltűnhetett, hogy a Föld legidősebb hegyei, az elsődleges (primitív) hegyek gránittömbjei nemcsak - a wernerer elgondolás szerint - a hegységek legmagasabb vonulataiban, mészkő és más üledékes kőzetekkel fedve, hanem a

hegylábfelszíneken, alföldeken, folyó völgyekben is előfordultak. [6] Joggal feltételezték, hogy az időjárási hatások, a folyók ereje nem volt elégséges a hatalmas közettömbök elszállításához. A vándorkövek eredete, helyzete egyik elmélettel sem volt magyarázható.

Az Apennineken és az Alpokban fellelt ősmaradványok kialakulásának kérdése Leonardo óta a tudományos viták része volt. Ezekben a vitákban a bibliai özönvíz és földtani folyamatok sajátos egyeztetésének, összehangolásának kísérlete zajlott. Az európai magashegységek és a Német-Lengyel-síkság vándorköveinek eredetéről sok szellemes megoldási kísérlet született. A vándorköveket vulkanikus eredetűnek írta le 1780-ban Silberschlag berlini királyi építész, a Német-Lengyel-síkság alatt vulkáni kitörési központot feltételezett, és kráter nyomát kereste. L. Buch elgondolása szerint a táj tőrendszerében felfedezett óriási kövek az egykori özönvíz szállított hordalékai, „diluviális kavicsok”. [7]

Saussere felismerte az Alpokban a jég hordalékszállító képességét, de a kőtömböket mozgató jégárak egykori kiterjedésére nem volt magyarázat. Ehhez ugyanis Európa növény- és klímaöv határainak mozgását kellett volna feltételezni. Saussere elsősorban a holocén botanikájával foglalkozott.

Kortársa, Cuvier paleontológus volt, aki a korrelációelv alkalmazásával a gerincesek összehasonlító anatómiáját alapozta meg. Ő sorozatos katasztrófákat feltételezett, melyek gyors, hirtelen, nagy erővel változtatták meg az élőek életkörülményeit és vezettek azok tömeges, (de nem az egész földfelszínre kiterjedő) pusztulásához. Cuvier a katasztrófák földtani természetéről nem tett állításokat, azokat biológiai folyamatok, a tömeges kipusztulások okozójaként írta le. A gyors változások hatását nevezte katasztrófának. [8]

Hutton és Lyell a földtani események magyarázatában a természetfeletti ok kiküszöbölésére tett kísérletet, a bibliai özönvizet „száműzték” a természettudományokból. A „jelen kulcs a múlthoz” Lyell-i elve dogmává merevedett, a földtörténet eseményeit az emberi tér-idő léptékben fölfogható jelen állapot keretébe szorította. [9] A jégkorszakok, a klímaváltozás felismerése alig egy emberöltővel később új fejezete lett a földtan tudománytörténetnek.

ÖSSZEGLÉS

A jelenben zajló klímaváltozási folyamatok és mechanizmusok közelítő megismerése az élet- és földtudományok előtt álló egyik legkomolyabb kihívás. Elfogadottá vált a 20. század második felére, hogy a geoszférikus környezetváltozás egyik fontos jelzője és okozója a Föld éghajlati rendszerének átalakulása, amire a növényzet átrendeződéssel válaszol. Az élő és élettelen természet léptékfüggő változásainak megértése valószínűleg az egyik legnehezebb kérdéskör. Mivel az egyes szinten megjelenő hatások következményei nem feltétlenül korlátozódnak az adott szintre, alsóbb vagy felsőbb szinteken is változások sorozatát indíthatják el. A tudománytörténet e fent vázolt epizódjában elméleti és gyakorlati, szemléleti és módszertani kérdések szálai összefonódtak, példát szolgáltatva arra, hogy a földtani folyamatok hatása és értelmezése nem korlátozható az élettelen természeti tényezőkre. A földtani kutatásokhoz az előrelépést a 19. század elején a paleontológusok által feltételezett katasztrófászerű hatások elfogadása adta, ami egy megfogalmazásakor előremutató, ám dogmává merevedő módszertani elv érvényességi határának szűkítését jelentette.

Irodalmi hivatkozások

- [1] Bartha S.: *Paradigmaváltás és módszertani forradalom a vegetáció vizsgálatában*. Magyar Tudomány 2004/1. 12-26.
- [2] Tester K.: *The Life And Times of Post-Modernity*. Routledge, London 1993.
- [3] Vida G.: *Helyünk a bioszférában*. Typotex Kiadó, Budapest 1995.
- [4] Teleki P.: *A gazdasági élet földrajzi alapjai*. Budapest 1936. 126-155.
- [5] Hutton J.: *Theory of the Earth* Global Grey Ebooks 2018. 11. 431-434. 236.
- [6] Both M.: *Felvilágosult világljárók*. In.: Gurka D. (szerk.): *Tudósok a megismerés színterein*. Gondolat Kiadó, Budapest 2012.
- [7] Bradák B.: *Rövid tudománytörténeti áttekintés a negyedidőszak és néhány kapcsolódó geokronológiai kifejezés eredetéről és sorsáról*. Földtani Közlöny 138.1. 85-96.
- [8] Benedek I.: *Lamarck és kora*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest 1975. (188-196)
- [9] Prohászka O.: *Összegyűjtött munkái. Föld és Ég. Kutatások a geológia és a teológia érintkező pontjai körül*. Szent István Társulat Budapest 1927. (186-195)