

A természeti katasztrófák is a növekedés határaitra figyelmeztetnek

Sendai, 2011. március 11.

2011. március 11-én, budapesti idő szerint reggel háromnegyed hétkor 9.0 magnitúdójú földrengés pattant ki Japán keleti partjai közelében. A földrengés energiája a tengeri víztömeget is mozgásba hozta. Sendai térségében a földrengés és a szökőár együttese hatalmas pusztítást vitt végbe. A világsajtó az eseményekről kimerítően beszámolt, többek között arról is, hogy a földrengés következtében még a Föld forgástengelye és forgásideje is mérhetően változott.

Geofizikai értelemben a földrengés tankönyvbe illő volt. Az efféle földrengések a Csendes-óceánt övező partvidékeken (az ún. Tűzgyűrűben) egyáltalán nem ritkák. A mostani japán földrengéshez összehasonlítható, vagy annál nagyobb földrengések az elmúlt száz évben mind ebben az övben pattantak ki: Kamcsatka (1952), Andreanof-szigetek (1957), Chile (1960), Alaszka (1964), Szumátra (2004), Sendai (2011).

A természeti katasztrófák közül a földrengések követelik a legtöbb emberi áldozatot, de nem maguknak a földrengéseknek, hanem következményeinek: elsősorban az épület-összeomlásoknak, illetőleg a cunamiknak vannak áldozatai. 1995. január 17-én ennél jóval kisebb, de közvetlenül Kobe alatt kipattant földrengés szintén hatalmas károkat okozott, amelyet a város már kihevert. A mostani földrengés – épp a japánok veszélytudatából következő felkészültségnek köszönhetően – az áldozatok viszonylag alacsony számát tekintve szerencsés kimenetelű volt. Ugyanez a földrengés egy felkészületlen országban totális pusztítást vitt volna véghez. A legnagyobb gondot Japánban az atomerőművek meghibásodása jelenti.

Vajon mennyire kiszolgáltatott az ember a földrengéseknek? Valóban nő-e a természeti katasztrófák száma, és ha igen, mitől?

Földrengés, cunami

A földrengés – a földcsuszamláshoz és vulkánkitöréshez (valamint a kisbolygó- és üstökös-bechapódáshoz, továbbá a Nap-eredetű geomágneses viharhoz) hasonlóan – geológiai-geofizikai jellegű természeti katasztrófa. (Biológiai természeti katasztrófa a járvány, ugyanakkor az árvizek, nagy erejű viharok, hőmérsékleti szélsőségek a hidrometeorológiai katasztrófák közé tartoznak.) A szökőár geológiai-geofizikai eredetű: kiváltója tengeri földcsuszamlás vagy bechapódás, illetve tenger alatti vulkánkitörés vagy földrengés, pusztító erejét viszont a víz mozgási energiája jelenti.

A Föld belső működése

A Föld – azaz a Naprendszer kilenc szerencsés kódarabjának egyike, amely másokat magához vonzva növekedett jelenlegi méretére – a bechapódások energiájától megolvadt. A világűr hűtőhatása következtében a magmaóceán felszíne idővel megszilárdult, de a kis sűrűségi szilikátokból álló kéregdarabok – a folytonos mélybeli áramlások révén – újra és újra megolvadtak. Tartós kéregburok mintegy 2.7 milliárd éve tudott csak kialakulni. A kéreg fokozatosan vastagodni kezdett, de ezután sem képezett egybefüggő páncélt. Eközben a

legnehezebb elemekből – főleg vasból és nikkelből – lassanként kialakult a Föld szilárd fémmagja, de a külső mag folyadékszerű maradt. A külső mag az egész Földdel együtt forogni kezdett, aminek következtében a Földnek mágneses tere alakult ki. A legutóbbi 1-2 milliárd évben a Föld szerkezete és geofizikai tulajdonságai már nem változtak drámaian. Az állandóan képződő hő (amely részben radioaktív eredetű, részben a külső mag felszabaduló fagyáshője) az egész földképenyre kiterjedő áramlási rendszert tart fenn, és ez vonzolja a kéregből, valamint a köpeny legfelső, szilárd részéből álló kőzetlemezeket, az ún. litoszféramezeket. A lemezek – mint megannyi tutaj – mozgása következtében bolygónk felszíne vég nélküli változásban van. A litoszféramezek mozgási sebessége körülbelül annyi, mint a köröm növekedéséé, azaz évente néhány centiméter. A lemeztektonika révén tehát a Föld felszíne 200 millió évenként lényegében teljesen új burkolatot kap. E megállíthatatlan folyamat állandó kísérőjelenségei a földrengések és a vulkánok. A legtöbb vulkánkitörés és földrengés lemezhatárokhoz kötődik. A Csendes-óceánt övező sávban – az ún. Tűzgyűrűben, így Japán partjainál is – az ún. destruktív típusú lemezhatár a jellemző, azaz az egyik (esetünkben a Csendes-óceáni) lemez alábukik a nála erősebb szomszédos lemeznek, és az egymásra-feszülésből eredő mechanikai feszültség-felhalmozódásokat időnkénti kioldódások, azaz földrengések szakítják meg. Tokióban talán épp a Sendai-i feszültségoldódás miatt – most egy ideig nem kell számítani hasonló nagyságú rengésre, de – példának okáért – San Francisco környékén már jó ideje esedékes egy nagy földrengés. (A hatalmas belvárosi óvóhelyet ott egyelőre konferenciaközpontként hasznosítják, és ezt – cserébe a fokozott figyelemért, bár a földrengés idejét megbízhatóan előrejelezni sajnos nem lehet – díjmentesen bocsátják az Amerikai Geofizikai Egyesület húszezres konferenciái rendelkezésére.)

A nagy rengések által keltett rezgések a Föld átellenes pontján is érzékelhetők. A Földet behálózó szeizmológiai állomásokon észlelt jelekből és a beérkezési időkből pontosan kijelölhető a rengés fészkeinek felszíni vetülete (epicentruma), mélysége (hipocentruma), és meghatározható a földrengés során felszabaduló energia (az ún. magnitúdó, amely a felszabadult energia logaritmusaival arányos), valamint a rengés mechanizmusa is. Magyarországon a földrengéskutatás központja (az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet Szeizmológiai Főosztálya) Budapesten, a Sashegyen van. A www.seismology.hu weboldaluk mind a hazai, mind a világ jelentősebb szeizmológiai eseményeit követi.

Föld, ember, katasztrófa

A 4.6 milliárd évnyi (emberi szemmel beláthatatlanul hosszú) földtörténet első szakasza – egy 1500 méteres (3 és fél stadionkörös) futótávolságnak megfelelően az első kör – kisbolygó-becsapódásokkal és vulkánkitörésekkel telt el. A második körben a bolygó elkezdett hűlni, rajta óceánok alakultak ki és megjelentek az élet első jelei. A célszalag előtt 25 m-re tehető a dinoszauruszok kihalása, az ember pedig csak e képzeletbeli táv legutolsó centimétereiben jelent meg. Az utolsó milliméter tört részén pedig az emberiség népessége és életszínvonala, következképpen terület-, anyag- és energiaigénye, valamint környezetszennyezése is meglódult. Az emberi környezetterhelés összemérhető lett a természetével. Az ember ma már több anyagmennyiséget mozgat meg, mint a természetes folyamatok.

Vegyük észre, hogy az ún. "természeti katasztrófa" nem más, mint a természet és az ember olyan kölcsönhatása, amely az ember számára pusztító következményekkel jár. A természeti katasztrófák számát a XX. század elejétől nyilvántartják, és ezek száma az ötvenes évektől meredek emelkedést mutat.

A gazdasági növekedés határai

Lássuk, hogy a München Viszontbiztosító (ahol a különféle kártérítő biztosítók kötnék biztosítást) milyen kiváltó okokat állapított meg. Csupa olyat, amiről eddig is szó volt: a népességnövekedést, az életszínvonal-növekedést, az egyre koncentráltabb, nagyobb népsűrűségű településeket, a természeti veszélyeknek különösen kitett területek elfoglalását és iparosítását, a modern eszközök fokozott sérülékenységet, valamint a növekvő biztosítási sűrűséget. A környezeti feltételek esetleges változásának hatását a természeti katasztrófák számának alakulására elhanyagolhatónak tartják. A nagy természeti katasztrófák növekvő gyakorisága tehát szinte kizárólag az emberre vezethető vissza. A japán földrengés legfontosabb közvetlen környezeti tanulsága az, hogy veszélyes üzemeket nem lenne szabad földrengéses helyekre telepíteni.

Malthus (1798), valamint a Római Klub (1972) óta tudjuk, hogy a gazdasági növekedésnek határai vannak. E korlátokat egyre világosabban, és sajnos egyre közelebből látjuk. A Föld Bolygó Nemzetközi Éve (2008) az energia, az ivóvíz, a talaj és egyes ritkaföldfémek fogyását látja a legfenyegetőbbnek, a Biodiverzitás Nemzetközi Éve (2010) pedig az ökológiai rendszer összeroppanásának veszélyére figyelmeztet. A természeti katasztrófák számának emelkedése – benne a mostani japán tragédia – ugyanúgy a növekedés hatáira figyelmeztet, mint a Föld erőforrásainak elhasználása és a környezet elszennyezése miatt körvonalazódó válságjelenségek sora. Az e válságjelenségek mögött kirajzolódó alapproblémára, nevezetesen a további növekedés tarthatatlanságára kellene a világ figyelmét fordítani, és nem mindenféle klímacsúcsokra, ahol azt a látszatot keltik, hogy egyetlen kiragadott szempont érvényesítésével (nevezetesen a széndioxid kibocsátás csökkentésével) folytatható lenne az ún. "fenntartható fejlődés".

Budapest-Sopron, 2011. március 16.

Szarka László
geofizikus-mérnök,
az MTA (földtudomány) doktora

Megjelent:
„Amikor a természet győz az emberen” címmel,
Magyar Nemzet, 2011. március 17.