

A RADIOGEOLOGIA ALAPVETŐ ELVEI ÉS TÉNYEI

BALKAY BÁLINT

A radioaktív jelenségek felfedezése számos tudományágban forradalmat okozott: a földtani gondolkodás számára is új adatokat hozott és új irányokat jelölt ki. Kialakult a radioaktivitás tényeivel számoló új földtani vizsgálati irány: a radiogeológia.

A radioaktív elemek iránt mindjárt felfedezésükkor nagy kereslet alakult ki. Kezdetben ötletszerűen folyt a kutatás, majd lassan ismertté váltak a megfelelő geokémiai törvényszerűségek, melyek ma már tervszerű kutatást tesznek lehetővé.

A Földön ismert 40-nél több radioaktív elem közül a nyersanyagkutatás szempontjából csak a nagyobb dusulású U, Th és Ra érdeklik a geológust, geofizikai szempontból pedig a K⁴⁰-es izotóp fontos még, mint energiaforrás. Az U, Th és Ra igen ritka és erősen szétszórt elemek: az U és Th átlagos koncentrációja a földkéregben 1 g/t, Ra-é 1 milliomod g/t nagyságrendű.

A kutató geológust elsősorban a begyűjtött kőzetminták radioaktivitása érdekli. Ezt általában a Geiger-Müller-féle számlálócsővel szokták meghatározni, mely a rádióaktív sugárzás ionizáló hatásán alapszik. Ez a módszer drága, nagy fizikai és matematikai felkészültséget követel. Egyszerűbb az ún. autoradiográfia, melynél a megcsiszolt kőzetfelületet fényképező lemezzel vonjuk be, mikor is a kőzet radioaktív szemcséi feketedést okoznak. Ez a módszer mennyiségi kiértékelést is lehetővé tesz. Azt is megmutatja, hogy a kőzetminta melyik ásványzsemcséihez kapcsolódik a sugárzás.

A sugárzó elemek eloszlását a földkéregben nagy vonalakban a következő táblázat ismerteti:

Kőzettípus	Koncentráció		
	U g/t	Th g/t	Ra g/t. 10 ⁻⁶
Bázisos mágnás	0.96	3.9	0.6
Átmeneti mágnás	2.61	9.97	0.92
Gránitos mágnás	3.96	13.0	1.39
Pszammitos üledékes	0.65	5.4	0.71
Pelites üledékes	1.07	10.1	1.08
Mészkö	1.3	1.1	0.42

A radioaktív elemek erősen pegmatofil jellegűek, ezért a magmás szétkülönülés során mindig a legsavanyúbb tagban halmazódnak fel és a legnagyobb mennyiségben a gránitos kőzetekben található. A gránitmagma megmerevedése során az U és Th először a pegmatitfázisban alkotnak önálló ásványokat. A Ra főleg az U ásványaiban található. Az U egy része nem állandósul a pegmatitfázisban, hanem tovább vándorol és a hidrotermális maradékokban dúsul fel.

Az üledékes kőzetek közül a hidrolizátokban (agyagos kőzetek) U és Th, a rezisztátokban (homok, kavics) Th, az oxidátokban (bauxit, mangánérc) pedig U mutatkozik.

A szárazföldi üledékek általában gazdagabbak radioaktív elemekben, mint az édesvíziek és a tengeriek. A radioaktivitás az Al-tartalommal arányos,

aminek egyrészt az Al mennyisége és az anyakőzet savanyúsága közti kapcsolat az oka, másrészt — úgy látszik — az Al és a radioaktív elemek oldódási viszonyai közt van valami összefüggés. Némelyik szárazföldi tarka agyagban a radioaktív anyag mennyisége U-ra átszámítva eléri a 25 g/t-t.

A tengeri üledékek U- és Th-tartalma keletkezésük függvénye: rétegről-rétegre változik, míg vízszintes kiterjedésben meglehetősen állandó. A sugárzás mértéke a leülepedés gyorsaságával fordított, az agyagos elegendő részeken viszonylagos mennyiségével egyenes arányban van.

A szerves anyagot tartalmazó üledékekben mindig többé-kevésbé nagyobb mennyiségben található a sugárzó elemek. Az U a kőolajban elérheti a 100 g/t koncentrációt. A belőle keletkező Ra viszont a kőolajtelepekkel kapcsolatos sósvízben halmozódik fel. Ezt a dúsulást eddig biokémiai folyamatok számlájára írták, újabban azonban bebizonyosodott, hogy a sugárzás a szervesanyag-tartalmú üledékeknek elsősorban a szervesanyag szemcséihez van kötve. Az új magyarázat szerint a sugárzó elemek kolloidokban tömörülnek és ezért olyan kőzetekben gyarapodnak fel, melyek legalább részben kolloidállapotból váltak ki. Ilyenek az agyag, márga, agyagos, vagy szerves anyagot tartalmazó mészkő és a szerves üledékek. Ezzel szemben a tiszta kristályos mészkő vagy a tiszta kvarchomok aktivitása gyakorlatilag nulla. A pszeftitek és pszammitok sugárzása elsősorban a nehézásványokhoz van kötve.

A tengervízben a Ra elválik az U-tól és a Th-tól és közvetlen őseivel, az ioniummal a mélytengeri üledékekben dúsul fel. (Vörös agyag, globigerinás iszap). Egyes mélytengeri mangángumók kérgében 135×10^{-6} g/t Ra-t találtak.

A sugárzó elemek fizikai és geokémiai sajátágaiból vezethetjük le a radio-geológia főbb tényeit.

A radioaktív sugárzás hatalmas erőforrás. Felfedezése a Föld hőenergetikai egyensúlyára vonatkozó feltevéseket egészen új vágányra terelte. A litoszféra 1 cm² keresztmetszetű függőleges kőzetoszlopában évente 32 kal. hő fejlődik. Ez magában is elég a Föld felszínéről kisugárzott hőenergia pótlására. Eszerint jelenleg nem beszélhetünk a Föld lehűléséről, sőt ha a litoszféra mélyebb rétegekben is feltételezünk jelentősebb radioaktivitást, akkor határozottan felmelegedéssel kell számolnunk.

A radioaktivitás eddigi tudásunk szerint befolyásolhatatlan statisztikus folyamat. Ebből kiindulva, a bomlás kezdeti és végtermékeinek viszonyából, valamint a bomlás sebességéből ki lehet számítani a folyamat időtartamát. Ezen elv alapján lehetett először megközelíteni a Föld abszolút korát. Bár a sugárzási folyamatok minden körülmények közötti állandóságának elve vitatható, az így nyert adatok mégis igen jelentősek a földfejlődési folyamatok mennyiségi értéklésében.

Újabban a mélytengeri üledékek abszolút korát a rádium-ionium-egyensúlyon alapuló módszerrel vizsgálják. Ez a módszer csak kisebb, mintegy 500.000 éves időtartamok szételemezésére alkalmas, viszont igen pontos és segítségével a mélytengeri üledékek vizsgálatából a szárazföldi viszonyokra sikerült következtetni.

A sugárzó anyagok eloszlása a magmák kőzetekben sokszor hasonló az ércásványok eloszlásához. Ez érthető, mert ha nem is biztos, hogy a radioaktív anyagok és az érc egyezzenek, egy közös szállító oldatból kiválva települtek a kőzetbe, az legalábbis valószínű, hogy oldataik ugyanazon szerkezeti elemek mentén vándoroltak. Ez az elgondolás az ércutatás számára új radioaktív módszert vet föl, aminek segítségével az ércföldtani részletes vizsgálat az erősebben radioaktív kőzetekre korlátozható.

Az üledékes kőzetekben való eloszlás, mint említettük, a keletkezés körülményeinek függvénye, vagyis az üledékes kőzetek radioaktivitása elsőrendű kőzettani és geokémiai jellemző. Segítségével rétegösszletek azonosíthatók és szintezhetők. Ennek kiviteli módja a kőolajkutatásban fejlődött ki, ahol a fúrások radioaktív szondázása alapján igen egyszerűen elhatárolhatjuk az egyes rétegeket és megbecsülhetjük azok olaj-, gáz- vagy víztartó voltát.

A sugárzásnak szerepe van az üledékes kőzetképződés folyamataiban is. A radioaktív mállás példája az uránásványokon másodlagosan keletkező thucholitásvány, mely radioaktív-elemeken kívül lényegileg szénből és a radioaktív sugárzás szintetizáló hatására keletkezett szénhidrogénekből áll. A radioaktív szintézis a kőolaj diagenézisében is fontos tényező, bár hatását még nem tisztázták egészen.

A szerves anyag és a radioaktív elemek dúsulásának kapcsolatából kiindulva, a radioaktív elemeket ma már a kőszén és kőolaj anyakőzeteiben, kőolajjal kapcsolatos sósvizekben, kőszénhamuban és kőolajleparlási maradékokban is kutatják. Ezek a kutatások már több ízben tártak fel gyakorlatilag is felhasználható előfordulásokat.

IRODALOM

1. Vernadskij: Les problemes de la Radiogéologie. Hermann & Cie, Paris, 1935.
2. Gutenberg: Lehrbuch der Geophysik. Borntraeger, Berlin, 1929.
3. Gutenberg: Internal constitution of the Earth. Dover Inc. New-York, 1951.
4. Rankama—Sahama: Geochemistry.
5. Gross: Radioactivity as a guide to ore. Econ. Geol. 1952.
6. Virginia Ross: Autoradiographic study of marine shales. Econ. Geol. 1952.
7. de Magnée: Contribution à l'étude de la radioactivité des argiles belges. Bull. de la Soc. Belge de la Geol. XXI. fasc. 2. 1952.
8. Picciotto: L'étude de la radioactivité des roches par la méthode photographique. Bull. de la Soc. Belge de la Géol. LVIII. fasc. 1. 1949.