

Geokémia: földtudományi diszciplína.

PANTÓ GYÖRGY*, az MTA rendes tagja

MTA Földtudományi Kutatóközpont, Geokémiai Kutatólaboratórium,

Budaörsi út 45, 1112 Budapest

Ahhoz, hogy a geokémia diszciplínájának lényegét megértsük foglalkoznunk kell általánosságban a földtudományi diszciplínákkal. Mint az a későbbiekben kiderül, a geokémia típusosan földtudományi diszciplína. Úgy gondolom, hogy a nemzetközi irodalomban keletkezett geokémia szó lehet félrevezető, amikor azt hisszük, hogy a geokémia a kémia egy ága.

A földtudomány a Föld szerkezetének, tulajdonságainak, folyamatainak, történetének és fejlődésének vizsgálatával foglalkozik. Az itt kialakult élet fenntartásához a különböző földi jelenségek megértése alapvető fontosságú. A földtudomány tehát azzal a bolygóval foglalkozik, amelyen élünk, azokkal a kontinensekkel és óceáni medencékkel, amelyekből ásványi nyersanyagainkat és készleteinket nyerjük, a kőzetekkel, amelyekből a talaj képződik, amelyen a terményeinket állítjuk elő, és azokkal a kőzetformációkkal, ahová hulladékainkat helyezük el. Fontos feladata továbbá az életünket lehetővé tevő légkör és óceánok vizsgálata, folyamatainak feltárása és előre jelzése.

A földtudomány vizsgálja az élet fejlődését a Földön, értelmezi a változó környezeti körülményeket, amelyek a biológiai evolúció jelenlegi állapotára hatnak. A világ növekvő népessége több erőforrást igényel, a természeti katasztrófák egyre súlyosabbá válnak, egyre nagyobb problémákat jelentenek és az ember tevékenysége során a levegőbe, vízbe és a földbe egyre több szennyező anyagot juttat. Ahhoz, hogy létünket fenntartsuk, a természetben előforduló hasznosítható anyagokat feltárjuk, a geoszféra, a hidroszféra, az atmoszféra és a bioszféra folyamatainak egyre mélyebb tudományos megismerésére van szükség. Ahol ezek a szférák a föld felszínén az emberi tevékenységgel kölcsönhatásba kerülnek, az életkörülmények vagy kedvezően alakulnak, vagy súlyosan megromlanak.

A Föld megfelelő otthon az embernek. A földi rendszerek azonban nagyon sérülékenyek, törékenyek. Az összes anyag, amelyet használunk napi életünkben, a Földből származik, az energiahordozók, az ásványok, a talajvíz és még a táplálék is, a talaj, a víz és a trágyák közvetítésével. Mindez annak köszönhető, hogy a Föld megfelelő távolságra van a Naptól és felszíni hőmérséklete az élet fennmaradásához optimális. A hatalmas óceánok folyékonyak maradnak, és nem forrnak fel, illetve nem fagynak meg, már kb. 4,5 milliárd év óta. Ez az egyetlen bolygó a Naprendszerben, amelyen a lemeztektonika jelenségei megtalálhatók, amelyek újra körforgalomba vezetik az anyagokat. A Föld egyedülálló

a légkör fenntartásában, amelynek egyötöd része oxigén, amely hosszú földtani korszakok alatt az egysejtű élőlények révén keletkezett, és ez ösztönözte a többsejtű élőlények kialakulását.

A földtudomány aldiszciplínái a földkéreg speciális térbeli, időbeli és összetételbeli rendszerein alapulnak. Így a tradicionális specialitások közé tartozik a geológia, geofizika, geokémia, paleontológia, hidrológia, stb.

A modern, újszerű felismerések a földtudományi kutatási témák terén prioritásokat hoztak létre világszerte, amelyek közül érdemes megjegyezni a következőket:

- Az elmúlt 150 millió évben végbement környezeti és biológiai változások jellemzése.
- A biogeokémiai ciklusok, a klíma ciklusok és a szilárd Föld földtani ciklusai közötti összefüggések kutatása és új modellek felállítása.
- A geokémiai ciklusok működése a modern világban.
- Az üledékes medencék fluidum áramlásának modellezése.
- A mag-köpeny határ tulajdonságainak meghatározása.
- A víz – kőzet kölcsönhatás és az ásvány-víz határfelület termodinamikája és kinetikája.
- Energiahordozó és egyéb ásványi nyersanyagok termelésének fejlesztése és előrejelzése.
- Talajcsúszásra veszélyes helyek jellemzése és definíciója.
- Vulkáni veszélyeknek potenciálisan kitett területek jellemzése és definiálása.
- A kommunális, toxikus és radioaktív hulladék elhelyezés biztonsága.
- A geokémia és az emberi egészség kapcsolatának vizsgálata.

A geokémiai kutatásokról szólva elmondható hogy a földtudomány egyes diszciplínái, így az ásványtan, a kőzettan és a geokémia közötti határok is elmosódtak.

* Telefon: 319 31 45; fax: 319 31 45; e-mail: panto@sparc.core.hu

Ma már viszonylag ritkák az olyan "tiszta geokémiai" kutatások, amelyeknél egy-egy elem vagy elemcsoport különböző geofázisokban, képződményekben való eloszlásának vizsgálata a cél. A Föld egy óriási mobilis rendszer, amelynek különböző szférái összefüggnek egymással, azok között anyagáramlási folyamatok mennek végbe. Ebben a rendszerben az egyes elemek mozgását geokémiai törvényszerűségek szabályozzák és határozzák meg. Az egész rendszer értelmezéséhez az alapadatokat a geokémia tudománya szolgáltatja.

A geokémia, amellyel elválaszthatatlan kapcsolatban van az ásványtan és a kőzettan, az ásványok és a kőzetek tulajdonságaival, kialakulásával, valamint a kémiai elemeknek a Föld egészében és egyes szféráiban a földtörténet során kialakult és a jelenben egyre fokozódó mértékben, emberi hatásra is változó eloszlásának, mozgásának és ezek törvényszerűségeinek kutatásával foglalkozó tudomány. Tágabb értelemben az elemek és izotópjaik légkörben, hidroszférában, földkéregben, magmában, a Föld magjában lévő eloszlásának értelmezésével foglalkozik.

A földtani képződmények jelentik azt a közeget, amely az ember és a társadalom meghatározója, így a geokémia főbb vizsgálódási területei az alábbiak:

- az elemek természetbeni viselkedésének feltárása,
- e viselkedés törvényszerűségeinek meghatározása,
- a kémiai elemek egymáshoz való viszonyának tisztázása,
- a környezet termodinamikai feltételeinek azonosítása, különös tekintettel az egyes elemek viselkedésére a különböző geofázisokban,
- az elemek előfordulási gyakoriságának kutatása,
- a megfigyelt gyakoriságok és az egyes megjelenési fázisok - így a szerves világ - közötti kapcsolat tisztázása és végül
- az ember/társadalom és környezete kölcsönhatásának vizsgálata.

A geokémia elsősorban a földtudományokhoz, tartozik, de módszereit tekintve szorosan kapcsolódik a fizika, a kémia, a biológia és a matematika egyes ágaihoz is.

A geokémia klasszikus gyakorlati feladatai a hasznosítható ásványi nyersanyaglelőhelyek megismerését és feltárását elősegítő kutatások mellett az utóbbi években kibővültek a földi litoszféra egészének megismerését, a litoszféra és a litoszférával érintkező egyéb szférák határain lejátszódó folyamatok megértését, valamint a földtani környezet és az emberi tevékenység kölcsönhatásainak tisztázását célzó kutatási irányokkal. E kihívásokra a tudományok eddig soha nem tapasztalt léptékű és gyorsaságú módszer- és műszerfejlesztésekkel, a geológiai objektumokat alkotó fázisok (ásványok) atomi szintű vizsgálatával, a vizsgálatok nagyobb mélység (a litoszféra alsó része, asztenoszféra) felé történő kiterjesztésével válaszolt. A geokémiában

egyrészt korábban elképzelhetetlen specializáció, másrészt az interdiszciplináris kutatások erősödése jellemző és így a globális problémákra a legmodernebb módszereket alkalmazó interdiszciplináris megoldások születnek.

Magyarország és szűkebb környezete a Pannon- vagy Kárpát-medence a fiatal mediterrán hegység-képződési övezet sajátos része. A medencefejlődés, a mészkáli és kontinentális bazaltos magmatizmus, a kis hőmérsékletű metamorfózis tanulmányozásának egyik nemzetközileg is számon tartott modell területe. E klasszikusnak nevezhető irányokban a speciális magyar helyzetből adódó eredmények a nemzetközi élvonalba tartoznak. Magyarország medence illetve medencén belüli központi helyzete miatt különösen kiemelt szerepet kapnak a felszíni és felszín alatti vízkészletek mennyiségi és minőségi viszonyaival kapcsolatos hidrokeokémiai, környezet-geokémiai, talaj-geokémiai kutatások. Hazánk villamos energia ellátásának jelentős részét a Paksi Atomerőmű biztosítja. A radioaktív hulladékok hazai földtani környezetben való biztonságos elhelyezésének számos geokémiai, ásványtani-kőzettani aspektusa van. Új, igen fontos irány az épített környezet természetes és antropogén hatásokra bekövetkezett változásai (legtöbbször pusztulási) folyamatainak és legmegfelelőbb konzerválási technikájának tudományos tanulmányozása. Mivel Magyarország területén a mezőgazdaság az egyik legmeghatározóbb gazdasági tevékenység, ezért jelentős szerepe van környezetünk különböző elemekkel, elsősorban bioesszenciális nyomelemekkel való ellátottságának és ennek táplálkozásunkkal, így egészségügyi helyzetünkkel való kapcsolatának kutatása.

Az ember számára a felszíni környezet alapvető jelentőségű, a környezet-geokémia az elmúlt évtizedekben a népesség növekedése, a gyors gazdasági fejlődés és az ezzel kapcsolatos szennyeződés kapcsán gyors fejlődésnek indult. Sok ismeret gyűlt össze arról, hogy az elemek eloszlását a kőzetekben és szétzóródásukat, valamint koncentrációjukat a mállás során a talajban, vízben milyen folyamatok határozzák meg, és az elemek felszíni környezeti megjelenése szintjén, a geokémiai térképezéshez rendszeres adatgyűjtés folyt. Ezek az információk a környezet-geokémia és az egészségügy területén az interdiszciplináris tanulmányokhoz nyújtanak alapot.

Az antropogén emissziók környezet-geokémiai vizsgálata annak felderítését célozza, hogy a környezetbe juttatott anyagok hogyan és milyen mértékben változtatják meg a természetes környezet kémizmusát, hogyan halmozódnak fel és milyen körülmények között mobilizálódnak újra. E kutatások olyan bonyolult kölcsönhatások vizsgálatát teszik szükségessé, mint pl. a radioaktív és más veszélyes hulladékok földtani képződményekbe való temetésének biztonsági értékelése, vagy a légköri szennyezés - savas eső - műtrágyázás-talajsavanyodás-nehézfém-mobilizálódás - folyamatának vizsgálata, vagy pedig a tengervízbe jutó toxikus anyagok migrációjának és a táplálékláncba való beépülésének felderítése.

Az antropogén emissziók mellett azonban a természet maga is produkálhat az élővilágra nézve káros mértékű környezeti elem anomáliákat. A természetes eredetű anomáliákon belül a toxikus mértékű felhalmozódások mint pl. a dél-alföldi

vizek magas arzéntartalma és a hiányjelenségek, mint a jódhiány okozta golyva, Kínában a Se-hiány okozta Keshan-kór egyaránt előfordulnak. A természetes anomáliáknak nagymértékben kiszolgáltatottja az ember, mert az általuk okozott hatás nem mindig jelentkezik markánsan, általában nagy területen hatnak és forrásuk felderítése a legtöbb esetben bonyolult feladat.

A múlt század második felében a geokémia egységes tárgya három fő irányba fejlődött tovább:

1.) az első főirány az általános geokémia, amely a kvantitatív litogeokémia, a kozmokémia, a szerves geokémia és az óceánok geokémiájának részletekbe menő tanulmányozását foglalja magában;

2.) a második főirány az alkalmazott geokémia, vagy más néven a területi geokémiai kutatások iránya, amely ásványi nyersanyagok kutatása céljából a gyakorlatban alkalmazza az általános geokémiai ismereteket;

3.) a harmadik ág, amely időben is később alakult ki, a környezet-geokémiai kutatási irányzat, és azon a felismerésen alapul, hogy az élővilág szempontjából a felszíni geokémiai környezet elsőrendű jelentőségű.

Köszönetnyilvánítás:

Ez úton köszönöm Árkai Péter és Bárdossy György akadémikusoknak, hogy a kéziratot áttanulmányozták és értékes tanácsaikkal munkámban segítettek.