

A szénsavas források képződéséről.*

Hogyan keletkeznek a természetes szénsavas források, arra rendszeren úgy hangzik a felelet, hogy a mélyebb földrétegekben végbemenő folyamatnak eredményei, a hol a víz telítődik szénsavval, a melynek birtokában azután a legkülönbözőbb ásványokat gyenge sav módjára megtámadja és az így keletkező oldható szénsavas sókat magába fölveszi.

Ha azután a szénsavgáz eredetéről kérdezősködünk, már nem kapunk annyira egyszerű feleletet, bár általában fel szokták tenni, hogy a szénsav sűrített állapotban a Föld belsejének különböző pontjain fel van halmozva, és így azután a behatól vizet szénsavgázzal telíti; vagy pedig azt teszik fel, hogy a még mindig működő vulkáni tevékenység szénsavkiáramlása telíti szénsavával a talajvizeket.

Ha közelebbről vizsgáljuk az ily föltevéseket, legott észrevesszük, hogy nem adnak minden irányban kielégítő magyarázatot.

Mert ha meg is engedjük, hogy erősen sűrített szénsavval teli üregek, mint a rég lezajlott vulkáni tevékenység maradványai, a Föld belsejében elvétele előfordulhatnak; és ha továbbá ismeretes az a tény is, hogy némely ásványok, így bizonyos granitok és gnájszok kvarcza folyékony szénsavból mikroszkópi zárványokat foglal magában, mely a külső

nyomás kisebbedésével burkolatát felpattantja és gáz alakban elillan: mégis kétségtelen, hogy az ilyen szénsavkészletnek a folytonos kiáramlás következtében hosszabb-rövidebb idő alatt tetemesen meg kell apadnia, sőt lassan egészen el is fogynia.

Hogy ez a gondolatmenet helyes, arra kétségtelen bizonyítékot szolgáltat ama szénsavas források magatartása, melyek a brohli völgy tufájának szénsavzárvaiból erednek. E forrásokra nézve minden kétségen kívül áll, hogy kizárólag úgy tápláltnak, hogy a közet minden sérülése alkalmával, akár fűrés, akár aknázás idézze azt elő, a szénsavzárványokat magukba foglaló kristályocskára való nyomás egyoldalú csökkentése áll be, minek következtében a kristályok szétpattannak és a bennök levő sűrített szénsav kiszabadul. Ismeretes azonban az is, hogy azon a vidéken a fűrés alkalmával jelenkező, sokszor igen hatalmas szénsavkigőzölés lassanként gyengül és végre egészen megszűnik.

A mikor ilyenek az állapotok, és a források emberemlékezet óta folyton változatlan erősségben folynak: nehéz elhinni, hogy a szénsav ilyen készletből eredne. Ezért a geológusoknak be kellett vallaniok, hogy a szénsavnak más állandó forrása is lehet, még pedig abban, hogy a heven folyó szilikátok és a Föld kérgében levő szénsavtartalmú részek közt folytonos a kölcsönös hatás; vagy talán még abban is,

* Dr. Gintl Vilmos cikke a »Gaea« 1896. folyamában.

hogy az úgynevezett magma területén, a melyről felteszik, hogy a Föld szilárd kérge és még folyékony magva közt van, a már meglevő oxidokat a szénvegyületek redukálják.

De még ez a feltevés is, melynek alapján a szénsavtartalmú források jelenlétét folytonos vulkáni tevékenységnek tulajdonítják, s hozzá a magmáig érő mélyreható hasadékokat tételeznek fel, melyek a szénsavat a magasabb szintekre vezetik, mondom még ez a feltevés is alig felel meg annak a követelménynek, hogy a szénsavas források előfordulását a földfelület legkülönbözőbb pontjain megmagyarázza, olyan pontokon, melyek alkata csak egészen önkényes, alig bizonyítható föltevésekkel engedne meg ily magyarázatot. Ha így áll a dolog, önkéntelenül kérdezzük, nincsenek-e Földünkön olyan tényezők, melyek a szénsavnak a Föld belsejében való képződését kevésbé erőltetett módon magyarázzák és a szénsavas források egyenletességét és tartósságát sokkal természetesebb valaminek tüntetik fel, mint a milyennek a fentebbi feltevések alapján látszik.

E kérdés annál is inkább előtérbe lép, mert a szénsavas források túlnyomó száma — és épen a legjelentékenyebbek és legrégiebbek — olyan helyeken van, melyek formációja a fiatalabb korszakokba esik és melyeknek egyforma jellemők van; a vulkáni talajon ellenben csak nagy ritkán vannak szénsavas források, a működő vulkánok közvetlen szomszédságában pedig majdnem teljesen hiányzanak. Gondoljunk csak a szerves anyagok tömeges felhalmozódására, a mint a láp- és tőzeg-, de még inkább a barnaszéntelegeken előfordulnak: elpusztult növényzet maradványai ők, melyeket a levegőn való gyors bomlástól a levegőt visszatartó vagy teljesen kizáró rétegek egymásra rakódása mentett meg és me-

lyek így eredeti összetételökkel inkább egyező állapotban maradtak meg. Bizonyos bomlástól ezek se mentek, csak hogy a bomlásnak lényegesen más átalakulásán estek át.

Tudvalevő, hogy a lápképződés és kétségtelenül hozzá hasonlóan a barnaszén keletkezése is akként történik, hogy a növényi szervezet anyagában, melynek legellentállóbb része a cellulozé, az elemek oly módon helyezkednek át, hogy a szerves vegyületek oxigénje részben a hidrogénnel vizet, részben a szénnel szénsavat alkot, mialatt oxigénben és hidrogénben szegényebbé, szénben pedig gazdagabbá váló anyag marad hátra, a melynek széntartalma annál inkább nagyobbodik, minél tovább tart a bomlás ama folyamata. A bomlás lassan, de folytonosan halad és a míg csak tart, folyton víz és szénsav válik ki. Így az elláposodás és a lignit meg a barnaszén keletkezése a szénsav képződésének állandó forrásává válik.

Mennyi lehet az így kifejlődő szénsav, azt közelítőleg úgy ítélhetjük meg, ha tekintetbe vesszük, hogy a barnaszén szerves anyagának jelenlegi összetétele, a milyent pl. átlag a duxi szénmedence szolgáltat, azon növényi maradékok összetételéhez viszonyítva, a melyekből keletkezett, olyan mennyiségű oxigén és szén elvesztésének felel meg, mely kerek 14% szénsavval ér fel.

Határozottabb számokban kifejezve, annyit jelent ez, hogy a duxi szén átlagának megfelelő barnaszén egy méter-mázsányi szerves anyagának keletkezésakor az eredeti szerves anyagokból kerek 14 kg. szénsav vált ki.

Ez a szám minimális érték, melyet azzal a feltevéssel kaptunk, hogy az eredeti szerves anyagból (a cellulozé összetétele szerint számítva) hiányzó összes hidrogén oxigénnel egyesülve, mint víz vált ki és a hiányzó oxigénnek csak mara-

déka vált ki mint szénsav. Tényleg azonban ennek a számnak sokkal nagyobb-nak kell lennie, mert tudvalevő, hogy a láp és szén keletkezésekor a hidrogén egy része is mindig egyesül szénnel, és mint szénhidrogén válik ki, ez pedig, habár kis mennyiségű hidrogént igen, de nem köt le oxigént.

Az így kiváló szénsav keletkezése természetesen a szénképződés eddigi egész idejére oszlott el, melynek meghatározására biztos jeleink nincsenek és az a különböző láp- és széntelepekben más és más lehet.

Hogy ez az időtartam, mely bizonyára évezredekre rúg, 1000, 5000 vagy talán 10,000 évet számlál-e, nem tudjuk; de tekintve a lápképződésben szemünk előtt lefolyó tüneményeket, a közepes korú barnaszén keletkezésére 10,000 évet nem mondhatunk soknak.

A folyamatnak ily hosszú időtartamra való eloszlásnál, mely idő alatt a szénsav kiválását meglehetősen egyenletesnek tekinthetjük, első pillanatra úgy látszik, mintha az így fejlődő szénsav mennyisége elenyésző csekély lenne. Nem szabad azonban elfelejtenünk, hogy még az igen kicsiny lápban vagy barnaszéntelepben is mily óriási mennyiségű szerves anyagról van szó. Tegyük fel, hogy egy négyzetkilométernyi területű és átlag 5 m. vastagágú barnaszéntelepről van szó, a milyen pl. a Csehország északnyugati részében levő hatalmas szénlerakódásokhoz képest igen kicsiny, akkor a fenti feltevések mellett a képződés folyamán kiváló szénsav mennyiségére 9.100,000 métermázsát kapunk. A keletkezés idejét 10,000 évinek véve, évenként 91,000 kilogramm és így óránként legalább 104 kg. szénsav fejlődött ily széntelegből.

Már ebből a nagyon is csak közelítő számításból is azt látjuk, hogy mily

rengeteg mennyiségű szénsavról van szó, a melyet valamely nagyobb láp- vagy szénréteg óránként fejleszthet; így tehát még csak arra a kérdésre kell felelnünk, mi történt, vagy mi történik még az így keletkező szénsavval.

Az első válasz az lehet, hogy a fel szabadult szénsav a levegőbe áramlott ki és ott szétoszlott. Ez bizonyára sok esetben be is következik, mikor t. i. a lápot vagy széntelepet fedő rétegek a gázokat át bocsátják, vagy a szénsav meglevő hasadékokon és nyílásokon át távozhatnak. De mi történik akkor, miként a gyakoribb és a mélyebben fekvő barnaszénrétegekre majdnem kivétel nélkül érvényes, ha a növényi maradványok fölé gázokra nézve teljesen áthatatlan rétegek terülnek, milyenek péld. a szénközönségesen fedő sűrű agyagrétegek! Ekkor a szénsavnak a levegőbe való közvetlen kiáramlása meg van akadályozva, képződése helyén fel kell halmozódnia és ennek következtében, mert kiterjedéséhez nincsen elegendő hely, feszültségének növekednie és végre olyan nagyra kell lennie, hogy a kiáramlását megakadályozó nyomást legyőzheti és kiszabadulhat.

Könnyen beláthatjuk ennél fogva, hogy a szénsavnak lápot vagy szénréteget fedő vagy körülzáró kőzet hasadékaiba és üregeibe be kell hatolnia és abban feszültségének megfelelően addig tovább haladnia, míg oly helyre nem jut, hol kiáramolhatik.

Könnyen beláthatjuk azt is, hogy alkalmas körülmények közt szénsavkibőzölések és ezek következtében szénsavas, vagy köznyelven szólva, savanyú vizeknek kell keletkezniök, melyek a már megszűnt vagy még működő vulkáni folyamatoktól egészen függetlenek és melyek változatlanul tartanak mindaddig, míg az egy tömegben összegyűlő szerves maradványok bomlása tart és a

láp- és széntelepek helyzete, melytől a szénsav összegyűlése és lefolyásának iránya függ, nem változik.

E felfogás helyességét támogató okokban nincs hiány. Azok a hatalmas szénsav-kigőzölgések, melyeket Franzensbad mellett a kiterjedt lápokban találunk és melyek közül némelyik óránként 100 és 100 köbméter szénsavat szolgáltat, ezen helyeknek legkülönbözőbb szénsavas vizekben való gazdagsága, melyekhez Franzensbad legelső forrásai és a Császár-forrás is tartoznak, Marienbad környékének hatalmas és szintén sok szénsavas forrást magában foglaló lápvideke, továbbá Königswart, Sangerberg, Neudorf telepei, az Elsterben található számos szénsavas savanyúvíz, Karlsbadnak a barnaszén formációból kitörő savanyú forrásai, Kommern, Brück és Bilin forrásai, Emsnek és Vichynek ugyancsak barnaszén formációban vagy a közelében kibugyogó savanyú vizei, Stájerországnak lignit-telepek közelében fakadó több savanyúvíz-forrása s így tovább: mind szembetűnővé teszik a kapcsolatot a láp és szénképződés, meg a szénsavas források megjelenése közt. Kétséges lehet, vajjon a lápos medenczére kimutatott viszonyok hasonló mértékben érvényesülnek-e a barnaszéntelepeknél is, mert kérdéses, vajjon a barnaszén képződése nincs-e már teljesen befejezve és így mint a szénsavnak forrása ma már figyelembe nem vehető.

Bár a priori alig vonható kétségbe, hogy a letűnt vegetáció szerves anyagának átváltozása széné a barnaszéntelepekben távolról se fejeződött még be és folytonosan tart, mégse fölösleges pontos adatokkal támogatni az e kérdésre adandó választ.

Bár Varrentrapp vizsgálatai (Dingl. Polyt. Journal 175. sz.) és Gintl munkálatai (Lotos, 1895 június) óta ismeretes, hogy a barnaszén a levegő ha-

tása alatt megváltozik és részben szénsavat választ ki, óhajtandónak látszott, hogy a barnaszén viselkedését a levegő kizárásával, tehát olyan viszonyok közt vizsgáljuk meg, melyek hasonlóak azokhoz, mint a minők közt a barnaszén természetes fekvőhelyén van. E célra több kísérletet tettek olyképen, hogy részben száraz, részben nedves barnaszénen lemért mennyiségben, zárt edényekben a levegő, illetőleg oxigén teljes kizárásával magára hagytak oly módon, hogy részben tiszta nitrogénba, részben hidrogénbe helyeztek el és időről időre a szénrel érintkező gáz összetételét megvizsgálták; mindig az derült ki, hogy akármilyen volt is a barnaszén, minden esetben és szakadatlanul szénsavat választott el és hogy a szénsav ez elválasztása nem ért véget, még ha a kísérlet évekig tartott is, sőt egyenlő hőmérséklet mellett közel állandó is volt.

A hőfok változása a szénsav keletkezésére érezhetőn hat, még pedig olyan értelemben, hogy bizonyos határokon belül a hő emelkedésével nagyobbodik a szénsavfejlés oly módon, hogy általában körülbelül 60^o-nyi hőmérsékletnél legnagyobb. Erre vonatkozólag a nitrogén-atmoszférában végzett nagyobb számú meghatározásoknak az az eredménye, hogy 1 kg. száraz barnaszén 18^o C. hőmérsékleten (a duxi Plutó-tárnából) egy óra alatt átlag 1.75 mg. szénsavat választ ki és ez a szám a hőfoknak 36^o C.-ra való emelkedésekor 8 mg.-ra emelkedik. Ez 1 köbméter barnaszénre vonatkoztatva, óránkénti 1.76 gr., illetőleg 35^o C.-on 8 gr. szénsavfejlésnek és így közelítőleg a szénsav térfogata 1, illetőleg 8 ezrelékének felel meg. E vizsgálati eredményekből tehát egész határozottsággal kiviláglik, hogy a barnaszén még most is állandóan szénsavat választ ki és hogy ennek mennyisége a fent kiszámított számokat

jóval felülmulja. Hogy az ebből a forrásból eredő szénsavat ép úgy, mint a geológusok a vulkáni eredetű szénsavról feltételezik, a vízre való kölcsönhatásában, mint a mellyel földalatti útjában mindenütt találkozik, a víz felveszi, és hogy a felvett szénsav feszültsége szerint a vizet kisebb-nagyobb mértékben telít-

heti és arra képesítheti, hogy a legkülönbözőbb ásványi anyagokat feloldhassa és magába felvehesse, nem szorul bővebb magyarázatra; és ha ezt megengedjük, a savanyú vizek keletkezését sokkal egyszerűbben és természetesebben magyarázhatjuk meg, mint eddig tettük. Fordította LAKITS FERENCZ.

A vörösréz a múltban, a jelenben és a jövőben.*

Az arany, az ezüst és a vörösréz volt az első fém, melyet az őskor embere ismert. Színőkről e fémek könnyen felismerhetők és minthogy mai nap is találjuk őket a Föld felszínén, az ősi időkben még inkább fordulhattak így elő. Úgy látszik tehát, nem mese az ókor hatalmas uralkodóinak e fémekben való gazdagsága.

Nagyon valószínű, hogy az ember e fémeket mindjárt kezdetben felhasználta szükségleteinek kielégítésére, annyival is inkább, mivel természetben feltűnő tiszták és nyújthatóságuk alkalmassá teszi őket a legkülönfélébb tárgyak készítésére. Házi eszközök készítésére, keménységénél fogva, a vörösrézet találtak legalkalmasabbnak, úgy hogy e részben a használatból kiszorította az aranyat és ezüstöt, a melyekből azután csak ékszereket és dísz tárgyakat készítettek.

A mint a fémek a föld felszínén színállapotban ritkábbakká váltak, feltalálásukra már kevésbé a szín, hanem más tulajdonságok vezethettek. Ezek közt legalkalmasabb a fajsúly, a mely a fémeket kiválóan jellemzi s valószínű, hogy idővel minden feltűnő nehéz természeti tárgyból fémet iparkodtak előállítani. Minthogy igen valószínű, hogy

* C. A. Hering bányamérnök előadása az ezredévi bányászati, kohászati és geológiai kongresszuson Budapesten.

hajdanában meteoritek nagy számmal voltak a Föld felszínén, könnyen feltehető, hogy a meteoritek vastartalma az ember előtt csakhamar ismeretes lön.

Azt a vitát, vajjon az ember a vasat vagy pedig rézet ismerte-e hamarabb, egészen fölösleges dolognak tartom, mert minden attól függ, hogy valamely vidéken melyik fém fordult elő inkább, a mit pedig nem lehet eldönteni. Ha azt fogadjuk el, hogy az ember legelőször a szembetűnő fémeket méltatta figyelmére, akkor igen valószínűnek látszik, hogy a réz volt az első s minthogy színállapotban gyakran érczeivel együtt fordul elő, valószínűleg ez a fém indította először arra az embereket, hogy érczeiből kohozás útján kiválasszák.

A vasnak érczeiből való kiolvasztása csak később történhetett, mert valószínű, hogy sokáig csak a meteoriteket dolgozták fel. Az az ellenvetés, hogy kevesebb lehetett a meteorit, sem hogy erre elegendő lett volna, nem állhat fenn.

A meteoriteknek tekintélyes sorozata ismeretes a történelmi időkben is és mily rövid időszak ez ahhoz, a mely ezt megelőzte és a földkéreg megszilárdulásával vette kezdetét; megerősíti továbbá e nézetet az is, hogy a vasnak régi nevei (egyiptomi nyelven »ba al-nepe«, görögül »σίδηρος«) annyit jelen-