

tűzhányóra, miként Nápoly a Vesuvióra. A Kagoshima és Szakuradima közti tengersizoros közel 4 km széles és a tűzhányó csúcskráterének távolsága a várostól légvonalban legalább 8 km.

Azt hiszem, hogy a legújabb kitörés a vulkánnak egy déli kráteréből indulhatott ki, minthogy három kráter van a hegytetőn és Kagoshima városa épen a szél árnyékában feketett. Roppant fájdalmas eset, hogy egy oly szép és virágzó város eshetett a vulkáni tűz áldozatául. Ha a pusztulás nem is oly óriási, mint amilyennek a londoni táviratok festik, fájdalom mégis nagy. Miért? Két okból. Először, mert ott sok barátom van az állami mezőgazdasági intézet és a felsőbb középiskola tanárai közt. Másodsor, mert e város sok kiváló japán államférfiú és katonai személyiség szülővárosa volt; mert OYAMA marsall, Togo marsall, KUROKI generális, néhai NODSU generális, KAMIMURA admirális (valamennyien az orosz-japán háború győztesei), a jelenlegi miniszterelnök JAMAMOTO gróf, MATSUKATA márk, KAHAYAMA gróf, végül a néhai nagy SAIGO és OKUBO, nemzeti megújulásunk nagy államférfiai, mind Kagoshima városában születtek.

Kelt Budapesten, 1914 január 14-én.

ÉRTEKEZÉSEK.

ADATOK A DOLOMITKELETKEZÉS ELMÉLETÉHEZ.

(Első közlemény).

Irta BALLÓ REZSŐ dr.¹

A dolomit-keletkezés elméletének évszázados története, tanulságos bizonyosságát adja, hogy a föld anyagának történetét, változásait megérteni és értelmezni csak az anyag tudománya, a kémia törvényeinek ismeretében lehet. Valamely kőzet keletkezéséről csak az esetben adhatunk minden tekintetben helytálló magyarázatot, ha mindenekelőtt tudjuk, hogy az elemi alkotórészek mily vegyületeket, azok melyik módosulatát alkotják, szóval ha ismerjük a kőzet ásványos összetételét. Ennek ismeretében foghatunk tulajdonképeni munkánkhoz, azon folyamatok, körülmények megállapításához, amelyek eredménye az illető kőzet. A természetben eszközölhető megfigyelések a legtöbb esetben nem adnak a keletkezés egész folyamatáról, összes feltételeiről felvilágosítást, aminek megállapítása a laboratóriumi munka kísérleti megfigyeléseire hárul. E kísérletek hivatása az egyes ásványok, ásványtársaságok keletkezése, esetleg (másodlagos) átala-

¹ Előadta a Magyarhoni Földtani Társulat 1912. év június havi szakülésén.

kulásai körülményeire és feltételeire világot vetni és az így nyert adatokat a természetben eszközölt megfigyelésekkel egybevetve megállapítani azon lehetőségeket, amelyek egy-egy kérdés megoldásánál számba jöhetnek.

Természetesen az egyes tényezők értékelésénél tárgyilagosaknak és szigorúaknak kell lennünk, nehogy hatásukat vagy érvényüket túlbecsülve a természet lehetőségei ellenére általánosítsuk és így valamely elmélet alapjává tegyük. Ne felejtsük el, hogy a föld kérgének állománya anyag, még pedig ugyanazon anyag, amelynek törvényeit épen a laboratóriumi vizsgálatokkal igyekeznek megállapítani. E megállapítások érvényessége teljes mértékben fennáll a laboratórium falain kívül is, ha nem is tudjuk a természet nagy tömegeit és a hosszú időt kísérleteink tárgyává tenni. Tehát minden oly kérdésnél, amelynél a föld kérgének anyagi természete szerepet játszik, e megállapításokat a legnagyobb méltánylásban kell részesítenünk.

Ily szempontból nézve és a mai tudásunk birtokában, csak csodálkozhatunk, hogy annyi és oly kiváló hívet (ARDUINO, HEIM, BUCH, FRAPOLI és DUROCHER) szerzett, azon ma már csak történeti érdekességgel bíró elmélet, amely szerint a mészkő magnézia gőzök hatására alakulna át dolomittá. MORLOTT,¹ MARIGNAC és FABRE,² valamint még mások olyas megállapításainak, hogy a kalcium és magnéziumsó karbonátok jelenlétében magas, 130—200°-nyi hőmérsékleten dolomitot adnak, a bevezető sorokban jelzett kritikai szempont mellőzésével tulajdoníthatott DANA, JACKSON, HAUSMANN és még sok más buvár oly jelentőséget, hogy véle a dolomitkeletkezés kérdését megoldottnak véljek, elfelejtván, hogy az ily különleges körülmények a természetben ha egyáltalán, úgy akkor is csak nagyon szűk határokon belül valósulhatnak meg.

Hasonlóan az óvatos bíráló álláspontjára kell helyezkednünk GRANDJEAN, VOLGER és BISCHOFF elméletével szemben is, akik abból indulnak ki, hogy a tenger mészkarbonátja mindig tartalmaz magnéziát, amelyből a víz, a mész kioldásával szaporítaná fel a karbonátok csekély magnézia karbonátját a dolomit összetételéig.

Ami pedig azon elméleteket illeti, amelyek szerint a dolomit vizes oldatból közvetlenül válna le, vagy pedig vizes oldatok hatására, kettős cserebomlás útján keletkezne, mint ezt LEUBE, COQUAND, DELANONE, ST. HUNT, LIEBE, GUMBEL, FORCHHAMMER, CORDIER és még mások elgondolták, igazi értéküket és érvényüket csak akkor állapíthatjuk meg, ha a dolomit-keletkezés körülményeit kísérletileg teljesen tisztáztuk.

Sokan és sokat dolgoztak, hogy kísérleti megfigyelésekkel és a dolomit szintézisét célzó munkákkal vessenek világot e kérdésre. És e sok munka dacára sem rendelkezünk teljes egészében elfogadható elmélettel, ami okát talán abban leli, hogy nem hasznosították eléggé az elméleti kémia megállapításait és elméleti vezérfonal híján a kísérleteket javarészt empirikus alapon végezték. E tiszteletreméltó munkák hosszú sorából KLEMENT³ és PFAFF⁴ F. W. vizsgálatai szolgál-

¹ HAIDINGER, Naturwissensch. Abhandl. 1. 305. old. (1847.)

² Biblioth. univ. de Genève 1849.

³ TRELLERMAK, Min, Petrogr. Mitt. 1895. 14. 526.

⁴ N. Jb. Min. Geol. etc. Beil. b. 23. (1907) 529.

tatnak a további vizsgálatokhoz értékes adatokat és így csak ezekkel foglalkozom részletesen.

KLEMENT kísérletei alapjául a következő megfigyeléseket fogadta el:

I. A valódi, tömeges dolomitok javarészt korall-zátonyok alakjában, vagy ezekkel kapcsolatban lépnek fel. Az atollok mutatják a legtökéletesebb dolomitosodást.

II. DANA közlése szerint METIA korallsziget lagunája mellől származó karbonátos kőzetben 38·07% $MgCO_3$ -t találtak, holott a korallok csak nyomokban bírják. DANA megjegyzi, hogy a magnézium valószínűleg a laguna tömény tengervizéből ered, amelynek hőmérséklete sokszor bizony nagyon magasra emelkedik.

III. SORBY tüzetes vizsgálatai megerősítették DANA azon gyanúját, hogy a korallok mészkarbonátja *aragonit*. Minthogy az aragonit kémiai viselkedése eltér a kalcitétól, ebben vélte meglelni a «Dolomitráthsek» nyitját.

Amikor az elővizsgálatai megerősítették feltevését és tényleg igazolták, hogy a tengervíz arányának megfelelő tömény konyhasós magnéziumszulfát illetőleg chlorid oldatok, bizonyos körülmények közepette a finoman porított aragonitot, szemben a kalcittal kisebb-nagyobb mértékben magnézium karbonáttá alakítanak, áttért a koncentráció és a hőmérséklet hatásának tanulmányozására.

Az ú r v ö l g y i aragonittal végzett kísérleteinek eredménye, hogy a magnéziumszulfát 60° hőmérséklettől fölfelé fejt ki hatását, amennyiben $50-55^\circ$ hőmérsékleten tartott kísérleteknél, még 10 nap múltán is legföljebb csak nyomokban volt kimutatható az aragonitban a magnézium. 60° fölött az aragonitra levált magnézium mennyisége az időtartammal és a hőmérséklettel egyenes arányban állott, amint a következő táblázatból látható:

62° kísérleti hőmérsékleten	144 óra múltán	1·3%
68° kísérleti hőmérsékleten	48 óra múltán	1%
	96 óra múltán	6·6%
72° kísérleti hőmérsékleten	24 óra múltán	1·7%
	67 óra múltán	9·8%
	95 óra múltán	12·4%
77° kísérleti hőmérsékleten	24 óra múltán	2·1%
	48 óra múltán	12·1%
	72 óra múltán	14·9%
89° kísérleti hőmérsékleten	20 óra múltán	24·1%
90° kísérleti hőmérsékleten	90 óra múltán	38%
	140 óra múltán	38%
91° kísérleti hőmérsékleten	48 óra múltán	34·6%
	96 óra múltán	41%
	144 óra múltán	41·5%
100° kísérleti hőmérsékleten	10 óra múltán	24%

magnéziumkarbonátnak megfelelő Mg -t talált. 91° -nyi hőmérséklet már 96 órai hatás után 41% $MgCO_3$ -tal egyenértékű Mg válott le, ami pedig közel áll már a normál dolomit összetételéhez.

Második kísérlet sorozatában az oldatok koncentrációjának szerepét vizsgálta. E kísérletekből kitűnt, hogy az oldatok hígításával rohamosan csökkent a szilárd fázis Mg tartalma. A koncentráció mellett nagy szerepet játszik a folyadék mennyisége is, minek jelentősége, úgy látszik mintha a keletkező kalciumszulfát leválásában, illetve oldatban való maradásában rejlik. További kísér-

leteiből kitűnt, hogy konyhasó hiányában, csak nagyon tömény keserűsó-oldatból válik le valamelyes magnézium és hogy a $MgCl_2$ oldat hatása hasonló, de kisebb mérvű, mint a keserűsóé.

Teljeség kedvéért *Madrepora polyfera*, *Madrepora humilis* és *Stylophora digitata* korallfajokkal is végzett hasonló kísérleteket, amelyekből kitűnt, az eredeti 0·3—0·4% Mg tartalom 90° hőmérsékleten már 47 óra múltán 38·5—41·9% $MgCO_3$ -nak megfelelő mennyiségig szaporodott fel. Ebből nyilvánvaló, hogy a korall $CaCO_3$ -ja az aragonit-hoz hasonlóan viselkedik.

E nagyjelentőségű megállapításokkal megoldottnak véli KLEMENT az egész dolomit-kérdést. Bizony közelfekvő ezek tudatában azon gondolat, hogy a korallzátonyok anyagát a bezárt, a repedésekbe, csövecskékbe felszívódott, sok esetben beszáradásig töményített tengervíz vagy épen kristálykása, amelynek hőmérséklete; a «*Loango expeditio*» megfigyelései szerint eléri a kísérletileg megállapított szükséges hőmérsékletet, dolomittá alakítja.

Ha el is tekintünk jelen alkalommal azon nagyon is megvizsgálandó kérdéstől, hogy a dolomitközetek minden esetben korallzátonyokban lelik e eredésüket, nem szabad elfelejtenünk, hogy KLEMENT termékei aragonitnak és még nem határozott összetételű és állapotú (talán víztartalmú, sőt esetleg még bazikus) magnéziumkarbonát keveréke, amely (mint KLEMENT maga is elismeri) még nem dolomit. E keverék még csak annakutána kellene másodlagosan átalakulnia dolomittá. KLEMENT vizsgálatai bár nem nyújtanak teljes képet a dolomitkeletkezés egész folyamatáról, mégis egyik legnehezebb kérdésnek, a m a g n é z i u m - t a r t a l o m f e l s z a p o r o d á s á n a k, ha talán nem is általános érvényű, de nagyon is elfogadható szép magyarázatát adják.

PFAFF abból, hogy nem sikerült nagy nyomás alatt vízmentes $MgCO_3$ -t előállítani, valamint hogy $CaCl_2$ és $NaCl$ jelenlétében sem sikerült ilyet leválasztani, továbbá hogy még 500 atmoszféra nyomás alatt 48 óra múltán keletkezett csapadék is csak 1%-os ecetsavban könnyen oldódó bazikus magnéziumkarbonát volt, azon következtetést vonta le, hogy d o l o m i t k ö z v e t l e n ü l még nagy nyomás alatt sem keletkezik. Megerősíteni látszik ezen meggyőződését régebbi kísérlete,¹ amivel sikerült híg savakban még melegen is csak nehezen, a normál dolomit összetételéhez közelálló anyagot nyernie. Kísérletét oly módon végezte, hogy finoman porított kalciumkarbonát és magnézia alba keverékét tömény sóoldatban kénhydrogén gáz bevezetésével oldotta, amikor talán «*calcium-magnesiumsulfuret*» névvel jelölhető vegyület keletkezett, amely CO_2 folytonos hatása közben beszáradó oldatból egyebek között az említett anyag alakjában váltott le.

A másodlagos dolomitkeletkezés folyamatainak megvilágítása céljából² az anhidrit és a kalcit átalakulásait vizsgálta. A vizsgálataiból kitűnt, hogy a finoman porított anhidrit nagy nyomás alatt $MgCl_2$ és Na_2CO_3 , konyhasóoldat jelenlétében kifejlett hatására rhomboederek kristályosodnak, amelyeket ugyan nem elemzett meg, mégis dolomitnak tartja, mert híg savakkal csak melegen

¹ Beilage Band IX. 483.

² l. c.

fejlesztettek CO_2 -t. Hasonlóan csak erősebb savakban oldódó Mg dús kéreg borította ezt az anhidrit port amikor ezt CO_2 jelenlétében $Mg SO_4$ illetve $Mg Cl_2$ hatásának tette ki. Úgy véli, hogy ezen észlelései megmagyarázzák a konyhasótelepek mentén a gipszhez fellépő kis dolomit léncsüket.

A kalciumkarbonátnak tömény magnéziumszulfát és konyhasóoldat hatására nagy nyomás alatt lefolyó oldolomitosodását oly módon vizsgálta, hogy az anyagokat egymás fölé rétegezte és $4-14^\circ$ között ingadozó hőmérsékleten nagy nyomás alatt több napig hagyta egymásra hatni.

A kísérletek eredménye, hogy a 2%-os ecetsavban fel nem oldódott maradékokban annál nagyobb volt a Mg tartalom:

- I. mennél tökéletesebb volt az alkotórészek keverődése,
- II. mennél finomabbra volt porítva a $Ca CO_3$,
- III. mennél tovább tartott a hatás.

Megállapítása szerint a reakció már 40 légköri nyomás alatt megindulna, de 60 légköri nyomásnál sokkal gyorsabb az átalakulás. 200—200 atmoszféra alatt is észlelt átalakulást, de hogy a nagy nyomások mily irányban befolyásolják, nem tud véleményt mondani. A magasabb ($40-50^\circ$) hőmérsékletnek reakció gyorsító hatását észlelte.

Ezután még a tengerzvíz átalakító hatását is tanulmányozta. Amíg a közönséges tengervíz hatására csak nagyon kevés nehezen oldódó anyagot kapott, addig a tízszeres töménységű tengervíz hatására híg savakban való oldás után oly anyag maradt vissza, amely 21.7% $Mg CO_3$ -t tartalmazott.

Bármily csábító is e két vizsgálat csoportra felépíthető elméletekben, amelyek egyikének körülményeit talán a sekély, a másikat a mély tengerek viszonyaival állíthatnók párhuzamba — dolomitkérdés megoldását látnunk — még sem fogadhatjuk el a magyarázatot általános és végérvényűnek, ha el is tekintünk attól, hogy a folyamatok feltételei minden dolomitkeletkezésre alkalmazhatók volnának-e, mert csak azon kétségbe nem vonható eredménnyel bírnak, hogy az említett kísérletek egyebek között, híg savakban nehezen oldódó különböző Mg tartalmú anyagot szolgáltatnak. Hogy ez anyagok megfelelnek-e a dolomitnak azt nem tudjuk.

És e kérdésre nem is felelhetünk hamarjában. Hiszen a dolomit név fogalmi és tartalmi köre sines szabatosan meghatározva. Mi a dolomit? A dolomit oly kőzet, amelynek anyaga szénsavas mész és magnézia. Ha azonban végig tekintünk a dolomitok, a dolomitos meszek és a mésztartalmú magnezitek nagy számban ismeretes analízisein, úgy láthatjuk, hogy az összetételük a carrarai márványnak alig tizedpercentekben kifejezhető magnéziumkarbonát tartalmától, a magnezitek összetételéig a legteljesebb átmenetet mutatják. A petrografus megoldja a kérdést, amennyiben egy segédfogalom, a «*normaldolomit*» bevezetésével külön választja azon kőzeteket, amelyekben a két karbonát molekuláinak aránya 1 : 1 és dolomitoknak nevezi mindazon szénsavas kőzeteket, amelyekre híg sósavat esőpöntve nem észlel erősebb pezsgést, nem törődve azzal, hogy valamely anyag reakcióképességét kémiai összetétele mellett nagy mértékben befolyásolja még a fizikai állapota és körülményei.

A kémikus zavara nagyobb, mert ő nem az elnevezés kérdését látja ebben,

amennyiben már jól tudja, hogy az analízis szolgáltatja adatokból csak az alkotórészek viszonylagos mennyiségét állapíthatja meg, de nem azt, hogy mily módosulatban van jelen a vegyület, sőt bonyolódottabb összetétel esetén még azt sem, hogy mily vegyületet alkotnak az alkotórészek. Így a dolomit esetében nem tudja, hogy a különböző összetételű kőzetekben a két karbonát mint kalcit és magnezit (illetve valamelyik a polymorph módosulat), vagy pedig mint kettősső és emellett az összetételnek megfelelő mennyiségű kalcit, illetve magnezit van-e jelen vagy nem-e elegykristállyal,* esetleg szilárd oldattal (adsorptios vegyülettel) van-e

	1	2	3?	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S	2·87	—	—	2·843	—	2·86	—	2·985	2·896		—	—
MgO	8·79	9·98	10·80	18·17	19·19	19·68	20·53	21·30	21·80	22·05	22·71	22·91
CaO	44·52	40·14	40·44	32·17	29·41	32·99	32·56	30·03	30·37	30·34	28·25	27·73
FeO	0·19	0·50	2·23	2·98	1·52	—	—	1·26	—	—	0·45	0·79
ZnO	1·52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(ZnS)	0·31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(CdS)	0·25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
FeS ₂	0·08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CO ₂	43·80	42·71	46·53	46·36	44·97	47·36	46·87	47·50	47·68	47·89	47·21	47·75
oldhatlan rész	—	9·46	—	—	4·43	—	—	—	—	—	—	0·06
Összesen	99·58	102·79	100·00	100·20	99·52	100·03	99·96	100·09	99·54	100·28	98·62	99·24
Átszámítva carbonátokra												
MgCO ₃	16·71	20·87	22·74	38·00	40·13	41·18	42·75	44·55	45·78	46·10	47·49	48·11
CaCO ₃	79·48	71·63	73·66	57·40	52·49	58·82	57·25	53·58	54·22	53·90	50·41	49·80
FeCO ₃	0·30	0·83	3·60	4·80	2·45	—	—	2·03	—	—	0·77	1·27

1. Durva kristályos sárga dolomit, amely a mikroszkóp alatt homogénnek mutatkozott *Bleiberg Karinthia*, analízálta: *GIULL F. W. Z. f. Kryst. 3. 100 (1879.)*.
2. Kristályos dolomit *Val Sarez z ó r ó l* (Olaszország). Összetétele 17 *CaCO₃*. 6 *MgCO₃*-nak felel meg. Anal.: *BENTIVOGLIO T. Alh. Soc. Nat. Modena 26:II. 84. 1892.*
3. Kristályos és «derbe Masse» (ezért kétséges egyneműsége) *Schwarzle o-ról* Leogagig mellől (*Salzburg*) Anal.: *BUCHDRUCKER L. Z. f. Kryst. 19. 139. (1891.)*
4. Kristályos dolomit *Tholabergről* (*Redwitz* mellett) *Fichtelhegység*. $R = 106^{\circ} 10'$. Anal.: *HAUSHOFER K. Sitzber. K. bayr. Ak 11. 220. (1881.)*.
5. Gyönyörű szép víztiszta kristályok, a greineri asbestből *Zillertal* (Tirol) Anal.: *HAUSHOFER l. c.*

* Anélkül, hogy a kalcit és a magnezit, valamint a dolomit izomorfájának kérdésére ez alkalommal kitérnék, e lehetőség feltételezésének indokolására néhány egynemű, lehetőleg vasban szegény dolomitkristály analízisét közlöm. Egyedül a 3. sz. anyag egyneműsége lehet esetleg kérdéses.

dolga. E kérdések tisztázásának nagy a jelentősége, hiszen egészen más körülmények között válik le a két egyszerű karbonát, mint amikor kettőssévé egyesül és mások az egyensúlyi feltételei annak is, hogy a különböző összetételű kőzetet két kristályos fázis vagy pedig a homogen elegykristálynak, illetve szilárd oldatnak egy fázisa alkotja-e. És az egész dolomitkérdés megoldása e körül forog. Ha tudjuk mily fázisokból áll a kőzet és mik e fázisok egyensúlyi (keletkezési) feltételei, akkor megadhatjuk azon körülményeket is, amelyek közepette az illető kőzet keletkezett. Úgy, hogy teljesen elfogadható elméletek felépítésének előfeltétele, hogy tudjuk mi a dolomit és mik a kalcium és magnézium karbonátok egyensúlyi viszonyai.

Az első kérdés megoldásának nehézsége a kalcit, a dolomitkettőssé és a magnezit kristálytani hasonlóságában rejlik; INOSTRANZEFF¹ úgy véli, hogy a kalcit kristályokat a $\frac{1}{2}R$ (0112) szerinti ikker-rovatkosságuk megkülönbözteti, az ettől mentes dolomit kristályoktól. Ez ismertető jel értékét veszti, mert amint már DOELTER is reá mutat nagyon gyakran a kalcit is rovatkoltság nélkül lép fel, amint ezt LEMBERG szépen igazolta a karrarai márványon; amelyben nagy arányszámban talált ily kristálykakat, holott alig $\frac{1}{3}\%$ a *Mg* tartalom.

Hasonlóan értékelendő RENARD és LIEBE azon megfigyelése, amely szerint a dolomit szépen kifejlődött kristályegyénei mellett a kalcit csak hézagöltő torz alakokban lép föl.

Jobbak, ha nem is abszolút értékűek azon módszerek, amelyek a kalcit és a dolomit különböző reakcióképességén alapulnak. A kalcit a dolomittal szemben nagyobb reakcióképességgel bír és így a vékony csiszolatban vagy a kőzetporban sokkal erősebb elváltozást (színeződést) mutat, mint a dolomit. Így vas-klorid és kénammonium (LEMBERG) zöldesfeketére, Al_2Cl_3 + kékfafőzet ibolyára. $AgNO_3 + K_2CrO_4$ (THUGUTT) vörösre festi. E reakciók érvényessége is korlátolt. Az első csak akkor használható, ha a dolomit vasmentes és általában az összetevők megkülönböztetésére csak az esetben használhatók, ha a kristályegyének elég nagyok és az összes feltételek teljesítésére ügyelünk. Azonkívül nem nyújtanak módot a dolomit mellett a magnezit felismerésére sem, úgy hogy keresnünk kell még módokat, amelyekkel egyetemben az első kérdésre határozott választ nyerhetünk.

6. Dolomit Monte Somma-ról (Vezuv). Anal.: HAUSHOFER l. c.

7. Dolomit kristály Oulx-ról Dora Riparia. Anal.: COLUMBA L. Atti. d. R. Ac. d. Soc. Toscana 33. 779. (1898.)

8. Az 5. alatt jelzésű anyaggal azonos eredésű és tulajdonságú. Anal.: HAUSHOFER l. c.

9. Víziszta rhomboederek Wettegenáról Kandy-nal (Ceylon). Anal.: SCHIEFFER CHR., Z. f. Kryst. 33. 209. (1900.)

10. Ugyanazon anyagból.

11. Serpentinben talált dolomitkristály. Wersch-neuwirisk (Mursmškájahegy közép Uralban.). Anal.: SAYTREF A.: Mem. d. Com. geol. St. Petersburg 4. (1887.)

12. Talk palában lelt dolomitkristály. Wersch-ne-Tagilsk. (Közép Ural.) Anal.: SAYTREF A.: l. c.

¹ J. k. k. geol. R.-A. 22. 45 (1872).

Sajnos, az ásványok egyik jellemző sajátosságának a fajsúlynak meghatározása ez esetben nem vezet eredményre, mert a fajsúlyok különbségei nagyon kicsinyek, az észlelhető ingadozásokhoz képest.

Határozottabb választ látszik ígérni ezen anyagok oldási és tensio viszonyainak vizsgálása. Ha két különmemű kristályos anyagot, mesterszóval elve, fázist oldunk, úgy a telített, a kristályos fázisokkal egyensúlyban álló oldat összetétele teljesen független attól, hogy az oldatlanul visszamaradt részben mily arányban van a két anyag jelen és így hogy milyen az oldatlan rész összetétele. Ha azonban a két anyag kristályosan elegyedik, vagyis egynemű tömeget alkot és így csak egy kristályos fázist ad, úgy a fázis szabály értelmében, a telített oldat összetétele függvénye a szilárd anyag összetételének. Ennek következtében, ha a különböző összetételű kőzetekben két kristályos alkotórész van jelen, akkor a telített oldat összetétele a z o n o s h ő m é r s é k l e t e n é s n y o m á s o n mindig ugyanazon összetétellel bírna, függetlenül, hogy milyen az alkotórészek viszonylagos mennyisége, de függően, hogy mily módosuláiban vannak jelen; ha egynemű kristályokat alkotnak, akkor a kristályok összetételétől függ az oldat összetétele is. A karbonátok bomlási ($R\text{CO}_3 = R\text{O} + \text{CO}_2$) tensiójára vonatkozólag hasonló gondolatmenettel levezethetjük, hogy mindig a maximális tensiójú anyag nyomását fogjuk észlelni, függetlenül, hogy vannak-e mellette más anyagok is. Az összetételtől való függést csakis oly esetben észlelhetnénk, ha az anyag összetételének változása mellett is homogen marad.

A dolomitokkal nagyszámban végeztek oldási kísérleteket, amelyek azonban ezen szempontból használhatlanok, mert az egyensúlyi követelményeknek nem tettek eleget. Még a legújabb kísérleteknél sem ügyeltek erre mint pl. PFAFF¹ F. W. oly módon végezte ily irányú kísérleteit, hogy szitafalú porcellán tölcserle helyezte a porított anyagot, amelyet nagyobb edénybe helyezve óvatosan híg (1%-os) ecetsavval öntött le. 24 órai nyugodt állás után dolgozta fel az oldatokat. Hogy mily távol maradt ez esetben egyensúlyi állapottól az oldat, talán azon előkísérletem érzékelteti legjobban, amelyet a kis-gellérthegyi dolomitporral végeztem. Ez anyag finomra dörzsölt porából 10 gr.-t Erlenmayer-féle lombikban 2%-os ecetsavval öntöttem le. Naponta többször felráztam. Két hét multán légmentesen eldugaszoltam, hogy a temperált rázókészülékben az egyensúlyt beállítsam. Erre azonban nem került a sor, mert a bedugaszolás után összerázva még oly heves volt a CO_2 fejlődés, hogy a palack a kezemben széjjel robbant. Az oldási kísérletekből csak az esetben következtethetnénk, ha az összes egyensúlytani követelményeknek (CO_2 nyomása stb.) eleget teszünk.

Talán világot vet az ily észlelésekből vont következtetések különbözősége, sőt merőben ellentétes volta okára, hogy pl. GORUP-BESANEZ egyik érthetetlen hibával bíró kísérlet sorozatát felhasználják, sőt a legújabb munkák (pl. DOELTER kézikönyve) is átveszik, anélkül hogy a hibát észrevennék. GORUP-BESANEZ² CO_2 tartalmú vízzel oly kőzetet kezelt különböző időtartamig, amely

¹ N. Jahrb. f. Mm. etc. Beilb. 23. (1907.)

² Z. Dtsch. geol. Ges. 27. 500. (1875.)

55.03% $Ca CO_3$ -t
 40.90% $Mg CO_3$
 1.60% $Fe CO_3$
 1.03 $Si O_2 + Al_2O_3$ stb. tartalmazott.

A hidrokarbonátos oldatban a két karbonát aránya:

	5	8	21	nap mulva
$Ca CO_3$	55.2 %	55.8 %	57.8 %	
$Mg CO_3$	44.7 %	43.9 %	42.1 %	a maradékban
$Ca CO_3$	56.74 %	55.85 %	57.54 %	
$Mg CO_3$	43.26 %	44.15 %	42.26 %	

Az eredeti kőzetben a két karbonát százalékos mennyisége, a mellékes alkotó részek levonása után

57.365 % $Ca CO_3$
 42.635 % $Mg CO_3$.

Ha ezt a kísérleti adatokkal összehasonlítjuk, meglepve tapasztaljuk, hogy az oldat és a maradék összetétele egyirányban változott. Öt illetve nyolc nap múltán az oldatban kisebb a $Ca CO_3$ viszonylagos mennyisége (56.2 % és 55.5 %) mint az eredeti kőzetben (57.365 %) a $Mg CO_3$ -e természetesen nagyobb. A maradékban ennél fogva több $Ca CO_3$ maradt vissza, mint $Mg CO_3$ és mégis az adatok szerint a $Ca CO_3$ százalékos mennyisége csökkent és $Mg CO_3$ -é szaporodott. 21 napi hatás után pedig a $Ca CO_3$ szaporodott a maradékban, dacára, hogy többet oldott ki belőle. Hasonlóan meglepő adatokat találunk még más pl. VESTERBERG¹ újkeletű munkájában is, amelyben Pfitsch környékéről származó dolomittal végzett kísérletek eredménye a következő:

A két karbonát aránya:

	Az eredeti kőzetben	Az oldatban	A maradékban
$Ca CO_3$	54.7 %	55.1	55.6
$Mg CO_3$	45.7 %	44.9	43.3

E néhány adat felsorolása azt hiszem indokolja azon óvatos álláspontot, amelyet ezen adatokkal és a belőlük vont következtetésekkel szemben elfoglaltam. Jól tudom, hogy az egyensúlyi feltételek szigorú betartása csak ép azon kísérleteknél indokolt, amelyekkel a kőzet ásványos összetételére akarunk következtetni. Amidőn azt kutatjuk, hogy vajjon a folytonos kioldások mely irányban tolják el a kőzet összetételét, nem indokolt, sőt talán célját tévesztett dolog is volna e kettős folyamatot valamely adott körülmények teljes egyensúlyáig követni, hiszen a természetben, a keringő víz ilyes körülményei is folyton változnak, azonban, amidőn a legellentétesebb következtetések okát kutatva ily kísérleti adatokra bukkanunk, legalább is óvatosoknak kell lennünk velük szemben.

¹ Bull. of the Geol. Inst. of Upsala 1902.

A kőzet ásványos szerkezetére csakis a teljesen beállított egyensúlyok adataiból következtethetünk. Tulságos reményt azonban nem szabad ez eredményekhez fűznünk, mert hiszen CO_2 mentes vízben, közvetlenül csak nagyon kevés mértékben oldódnak az anyagjaink, míg savak és CO_2 tartalmú víz oldásánál pedig a kettősső hasadása földheti el az egyensúlyt.

A tensió mérése több sikerrel biztat, mert könnyebben végezhetőek a kísérletek. Valamely zárt területen mindig a legnagyobb tensiójú anyag nyomását mérjük. A dolomit «kettősső» (ha csak nem hasad előbb ketté $Ca CO_3$ -ra és $Mg CO_3$ -ra ¹) a kalcit, a magnezit thermikus dusocidtiája oly nagy különbségeket sejtet, hogy az ezuton nyert adatok a százalék összetétellel egybevetve módot nyújtanak arra, hogy a kőzet ásványos összetételére következtessünk.

A legértékesebb adatok azt hiszem ez anyagok relativ energia tartalmának és így a dolomit kettősső keletkezési hőjének megállapítása fogja nyújtani. Amíg az oldási és a tensió mérések legfőljebb qualitativ, addig ily módon quantitativ adatokat nyerhetünk. Ezt oly módon remélem elérni, hogy megállapítom a kalcitnak, a magnezitnak és a kettőssőnek valamely pl. sósavval való cserebomlásának reakció hőjét. Ha tényleg létezik a dolomit kettősső, akkor ennek reakcióhője okvetlenül különbözik az összetevő vegyületek reakcióhőjének összegétől és e különbség a kettősső keletkezési hője. A keletkezési hő ismeretével — ha az oly nagy, hogy gyakorlatilag értékesíthető — megállapíthatjuk bármely kőzetről a reakcióhőjének és százalékos összetételének egybevetésével, hogy az összetevők mily módosulatban és e módosulatok mily arányban vannak jelen.

A második feladat a dolomit szintezis feltételeinek megállapítása. E megállapításnak azonban hosszú sora van. Eldöntendő, hogy elegyedik-e kristályosan a két karbonat, ha igen, mily körülmények és határok között; mik a kettősső keletkezésének és bomlásának feltételei, mily körülmények között állhat egymással a kristályos $Ca CO_3$ és $Mg CO_3$ valamint az anyalúg egyensúlyban; ha pedig a komplex vegyület vagy a két összetevő vegyület nem keletkezik közvetlenül valamelyes oldatból, mily közbülső anyagok minemű átkristályosodásának a termékei és mindeme folyamatokra a számbavehető tényezők: a külső és a belső nyomás, hőmérséklet stb. mily befolyást gyakorolnak, — szóval a kalcium és magnezium karbonatok egyensúlyi viszonyainak teljes tisztázása.

És ha mindezeket megoldottuk, csak akkor gondolhatunk arra, hogy a vizsgálatok eredményét a geológiai tapasztalatokkal egybevetve a dolomitkeletkezés, valószínűleg sokféle módjának elméletét felépítsük.

¹ Időközben megjelent FRIEDRICH tanulmánya (Zentrbl. f. Geol. Min. etc. 1912. évf. 171. és 207. old.), amelyben FRIEDRICH az alkali karbonatthermikus disszociációját thermo-analyzissal figyelte meg. Vizsgálatai szerint a kalcitnál $895-910^\circ$ -nál, a magnezitnél $570-600^\circ$ -nál, a dolomitnál $745-760^\circ$ -nál és $890-910^\circ$ -nál észlelhető endothermikus változásra utaló nagyobb hőfogyasztás. A dolomitnál két hőreakció, amelyek közül a második a magasabb hőmérsékletre eső egyezik a kalcit bomlás hőmérsékletével, az első azonban nem felel meg a magnezitbomlás hőmérsékletének, arra utal, hogy a dolomit kettősső 750° körül széjjelhasad. Ezen kérdéssel és FRIEDRICH adatainak értékelésével behatóan, a hasadás megállapítását célzó jelenleg folyó vizsgálatok befejeztével foglalkozom részletesen.