

獨り伊勢ばかりでなく近江甲賀郡に於ても同じ有様である。而して若しこの境界線の確定や其の不整合なりとの決定を見れば大にしては鈴鹿山脈地壘生成の時期を闡明するに到るべしと豫想される。それでかゝる含化石層の研究は近畿の地質に關しては重要な意義のあるものである。

新期洪積世の海岸性の成層は志摩に於て見る

## 地球の化學成分に就いて (二) (ワシントン)

ことが出来るが、志摩からのかゝる化石は前表の志摩郡甲賀村のものであるがこれは從來新期第三紀のものか洪積世のものかと云はれて居る。よき化石を採集することが出来たならば果して第三紀のものなりや又は編者の豫想するが如き新期洪積世のものであるかを決定し、從つて志摩沿岸の洪積世後の上昇を説明する際の材料たるべきものと信ずる。

ゴールドシュニット及びタンマンは著者のリ

ソスホーア及びフェロスホーア殻を合せたる厚さ及び深さのところに中間殻を想像してそれ等は幾何かの酸化物を伴へる硫化物より成ると言つて居る。併し著者は火成岩及び他の地質學的觀察と一致せないこと及び隕石よりの類推にも一致せないことより推して兩氏の硫黃について考へた非常に大なる重要度及び量を承認するこ

とが出来ぬ。

珪素は殆んど酸素と平行の過程を取つて居り石英の増加も勿論非常によく似て居る。リソスホーア殻中では珪酸鹽類は實際上分子的に基性酸化物が石英の二倍を成すオルト珪酸鹽の橄欖石である。次いでメタ珪酸鹽の輝石が著しく入り來り、その量は橄欖岩殻に於ては橄欖石の三倍となり、終に花崗岩殻に於ては殆んど橄欖石

は其跡を絶つに至る。斜長石は深きフェロスボール殻中では灰長石よりも多量である様だが、オルト珪酸鹽の灰長石とポリ珪酸鹽の斜長石及び正長石等の長石の間には同様の關係的過程が見られる。

珪酸鹽中に於けるマグネシウムと鐵との關係は特に注意する價値がある、共に其等はリンスボール殻中では三九%の最高をしめるが最上層の花崗岩殻中に至る迄連續的の減少を示す。此種の外界への次第の減少と共に分子比  $\frac{\text{Mg}}{\text{Fe}}$  も次第に外方の方の殻に至る程小となり全地球に於ける二・五四に對し五・〇五、三〇・七、一・〇七、

一・〇〇、〇・九七等の値を示す。かくの如く隕石の輝石中に於ける酸化第一鐵の量は橄欖石中に於ける量よりも大にして鐵の量はマグネシウムの量に比し輝石中に於ては橄欖石中に於けるよりも増加する、換言せばバラストタイトの橄欖石中に於ける  $\text{Mg}:\text{Fe}$  は 7:1 でコンドライトの橄欖石中に於けるものは相當の異同はあるが平均約 3:1 である。又コンドライトの斜方輝

石中に於ける比は非常に異同あり、此物質を分析にあたり充分純粹に分け取ることは困難ではあるが、平均其比は 6:1—4:1 である。

プライオルは多くの分析によりコンドライト石中に於けるニツケル鐵の量が減少するにつれニツケル鐵中のニツケルの量が増加し鐵中に於ける珪酸マグネシウムの量が増加し來ることを示し、これを鐵が金屬狀態のまゝである間ニツケルは酸化を逃れ従つて殘留鐵中には次第にニツケルが富化せられ、珪酸鹽もこれに伴ひ鐵中に増加する連續的の酸化及び珪酸鹽化作用に歸して居る。プライオルのこの結論は一般の過程と一致する。鐵がニツケルよりも容易に酸化及び珪酸鹽化せられる傾向はプァール及びプァーリングトンにより隕石中の橄欖石がニツケルを含有せざるに反し多くの地上の橄欖石がニツケルを少々含む事實を説明する爲に引用せられた。

地球の成分及び構造の成因を假想せんが爲に屢々冷却したる鼓風爐中の鑛碎及び鑛鐵の塊を

考へられる。熔融物質中に於ける金屬鐵の存在は酸化鐵礦の炭素による還元に由來し、石英及びアルミナは鑛石より生ずる鑛滓及び石灰石とコークスの灰とより成る。この事實は隕石中のニッケル鐵の成因、及び地球内部の假説にも導かれる。隕石及び地中岩漿中のニッケル鐵は、もとの珪酸鐵の還元依るものなるか、又は元來金屬狀態をなし居りたるものが終には固結して地球と成れる原物質の一部をなし居るか。

隕石中の鐵の成因を還元又は珪酸鹽の破壞によるものとなせるはドーブレ、ミュニエ、メリル等である。この説は特に石質隕石中の鐵及び恐らく菱鐵鑛中の鐵については符合する。ドーブレは石墨製ルツボ中で橄欖石及び橄欖岩を熔融せしめて金屬鐵の粒及び頑火石の結晶を得た、後者を得たのは特に注意すべきことである、メリルはコンドライト隕石中に二次的の還元作用に依るとしか考へられぬ金屬鐵を見出しドーブレ及びモイナは還元劑として炭素及び水素を擧げたが、メリルは水素によるもの

とし此隕石中の鐵は寧ろ珪酸鹽よりもローレンサイト(H. Lorenz)に因ると考へた。

若し金屬鐵が還元により生成するものならば炭素及び水素は最も有り得べき還元劑であると言ふことは次の如き思考により想像せられる。炭素は金剛石、石墨又はコーヘン石として鐵隕石及びシデロライト隕石中に存在し、尙ほ其少量又は炭水化合物は石質隕石中にも在る。地球中では炭素は炭酸鹽(主としてカルシウムやマグネシウム)として石灰石や白雲石中に、炭酸瓦斯として大氣中に及び鑛泉、火山の噴氣、石炭や他の有機化合物中に多量に存在して居る。水素瓦斯は炭酸瓦斯を含む鐵隕石中には少量であるが、石質隕石中には少量の一酸化炭素と共に多量に含まれてゐる、地球上では水素瓦斯は地表に非常に多く岩石中には水又は水酸基として又水としては水圈、火山瓦斯、大氣及び有機物質中に含まれ居る。

硫黄及び磷も亦還元劑であり得べき事は想像せられる。是等は隕石中に多量に存在し、燐化

物はシユライベルス石及び特に鐵隕石中に多く硫化物及びトロイライトは石質隕石及び鐵隕石中に共に多い。地表上では磷酸鹽や燐灰石は少量なれど火成岩中に遍在し、硫化物も火成岩中に在り、硫黃瓦斯は火山の噴氣及溫泉中に含まれ居り、又硫酸鹽としては硫酸カルシウム、石膏等の二次的鑛物がある、此等の元素に就いては著者の知る範圍内に於ては考慮した人はなかつた、即ち硫黃及び燐による珪酸鐵の還元作用は未だ嘗て考究せられたことを聞かぬ。フォーグトは珪酸熔岩中に於ける硫化物の溶解度研究の際にも此事を考へなかつた。硫化鐵の生成熱は酸化鐵の生成熱よりも遙かに低いから、硫黃や燐が珪酸第一鐵に働けば硫化物や燐化物が出來、金屬鐵は出來る筈がないから硫黃及燐が珪酸第一鐵を還元して金屬鐵を作る事は絶對に不可能である。孰れにしても實驗的證明や理論的根據がなくては上述の想像により硫黃並に燐はもはやこれ以上の隕石中の鐵及び地表上の鐵を作る還元劑とは考へられない。

再度炭素及び水素にもどつて考へると、實驗的にも理論上からも共に兩者は珪酸第一鐵や酸化第一鐵を還元して金屬鐵とすることは可能である。さて現今迄に得た材料は地球について定量的研究により、金屬鐵は元來もとより金屬狀態にて存在せしか又は珪酸第一鐵として存在して居たものであるかの問題を決定するに充分である。

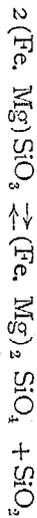
先づ次の如き考慮をめぐらす。

- (一) 金屬鐵を全部珪酸第一鐵とするに充分なる利用し得べき珪酸が全地球内にありしや。
  - (二) 金屬鐵を全部酸化第一鐵とするに充分なる利用し得べき酸素地球内にありしや。
  - (三) 若し鐵がもともと酸化第一鐵又は珪酸第一鐵として存在して居たとするならば此等を還元して現在想像せらるゝ如き質量の鐵を造るに充分なる炭素水素等が地球中に存在せしや否や。
- $5 \times 10^{21}$  噸の質量を有する全地球中に金屬鐵は一―四表によれば次の如く分布せられて居る。

第六表 地球中の金屬鐵の分布に就いて

質	中心核	リソスポール殻	フェロスボール殻	橄欖岩殻	全地球
量(島×10 <sup>21</sup> )	1.45	0.51	1.85	2.43	6.04
金屬鐵%	20.23	55.43	11.13	1.10	31.10
鐵 (島×10 <sup>21</sup> )	1.50	0.33	0.12	0.03	1.98

(一) 金屬鐵と珪酸鹽を作る無水珪酸の最も明らかにして多量の供給は斜方輝石が分解して橄欖石と成る次の反應による。



此可逆反應はドーブレーが實驗的に示したもので、又氏は實驗に依り炭素を以て橄欖石を還元して金屬鐵を得た。且又是は頑火石が高溫に於て不相應に熔けて橄欖石と過剰の無水珪酸とに分れ融液の状態と成り、其爲橄欖石が珪酸の多い熔岩中に存在するとか、玄武岩中に普通量以上存在すると言ふ所謂ボーウエン—アングーソン效果の基礎を成す。

他の想像し得べき源は正長石が分解して白榴石を造り、斜長石が分解して霞石を造り無水珪酸を遊離する反應である、但し此源は隕石中に

正長石、白榴石、霞石のなきことよりおして甚だ疑がほしい。無水珪酸は又透輝石分子が分解して橄欖石とオルト珪酸カルシウムとを造ればその時も得られ、同様に灰長石も分解して黃長石を作る時は無水珪酸を遊離せしむ。しかし是等の二つの源は前二者の場合よりも尙一層有り得べからざるもので、是れより得る總量は無視すべきである。

フェロスボル殻及び橄欖岩殻は實際上無水珪酸を引き出し得るものと考へられ、リソスポル殻は唯一の珪酸鹽として橄欖石を含むと想像せられ、外方の玄武岩殻及び花崗岩殻中の遊離珪酸を合せた總質量は非常に少ないと考へられる。

フェロスボル殻及び橄欖岩殻中の紫蘇輝石と

長石より利用し得べき無水珪酸の總量は次の如くである。

紫蘇輝石	$0.09 \times 10^{21}$ 噸
フエロスボル殻	
長石	$0.05 \times 10^{21}$ 噸
紫蘇輝石	$0.26 \times 10^{21}$ 噸
橄欖岩殼	
長石	$0.07 \times 10^{21}$ 噸

利用し得べき無水珪酸の總量  $0.47 \times 10^{21}$  噸

さて地球内の金屬鐵を全部珪酸第一鐵となすに必要な無水珪酸は  $2.06 \times 10^{21}$  噸である。依つて上に算出せられたる無水珪酸の總量は地球内の鐵の四分の一量を珪酸鹽とするにも不充足である。唯利用し得べき珪酸の計算量  $0.47 \times 10^{21}$  噸はフエロスボル殻及び橄欖岩殼中の鐵  $0.20 \times 10^{21}$  噸を珪酸鹽化するに必要な量の約二倍にあたり、是等の殼とリンスボル殻中の鐵の全部とを珪酸鹽となすに必要な量とほぼ等し。かくの如く地球内には中心核中の鐵を珪酸鹽化するに必要な無水珪酸を含み、居らぬことは明らかである。

(二)然し金屬鐵から珪酸第一を造る爲には分子量で鐵と當量の酸素が必要である、故に約  $0.5$

$5 \times 10^{21}$  噸の酸素が  $1.93 \times 10^{21}$  噸の地中岩漿中の金屬鐵を珪酸鹽化するに必要である。さて利用し得べき酸素供給の大なる源は水圏中の水と火成岩中の水と大氣中の酸素と石灰岩中の炭酸とである。水圏の質量は  $1.41 \times 10^{21}$  噸で約八六%の酸素を持つて居るから、その圏内の酸素の量は約  $0.121 \times 10^{21}$  噸である。六〇籽の玄武岩殼及び花崗岩殼の質量は  $0.094$  噸で第三表に與へた水の百分率を採用すればこの兩殼内には  $0.0121 \times 10^{21}$  噸の酸素と  $0.00015 \times 10^{21}$  噸の水素とを含有して居る。大氣の質量は  $0.5 \times 10^{21}$  噸で全部が  $\text{H}_2\text{PO}_4$  中に於けるが如き組成成分を成すと假定して  $0.000001 \times 10^{21}$  噸の酸素の含量を有すると考へられる。石灰岩は一〇哩の最外殼中で  $0.25\%$  存在するから其總量は  $0.00057 \times 10^{21}$  噸でその内に炭酸瓦斯中の酸素が  $0.00018 \times 10^{21}$  噸あり炭素が  $0.00007 \times 10^{21}$  噸ある。故に此等の源から得る利用し得べき酸素は  $0.00261 \times 10^{21}$  噸でありこの量は明らかに地中岩漿期の鐵の殆んど無限小部分を酸化するにもあまりに少量であ

り、橄欖岩殻中の金屬鐵を酸化するに必要な量の約六に過ぎぬ。他の酸素供給の源は前の計算量の小部分にすぎぬからこれ等は尙一層無視すべきである。故に利用し得べき酸素の總量は、鐵の總量の酸化には勿論約  $0.14 \times 10^{21}$  噸の酸素を要する三つの中間殻の鐵を酸化するにも遙かに不足である。

(三)次に全部の中間岩漿期の鐵が本來酸化第一鐵又は珪酸第一鐵として結合して居りしや否や又酸化鐵を全部金屬狀態に還元するのに充分なる、利用し得べき炭素又は水素或は其兩者が存在せしや否やの問題を考へん。地球中に於ける金屬鐵の全部に相當する酸化第一鐵を完全に還元するには  $0.035 \times 10^{21}$  噸の水素か或は  $0.21 \times 10^{21}$  噸の炭素を必要とする。

還元劑として働き得ると想像し得べき水素を取り出す主なる源は水圏の水と地殻の礦物及び岩石中の水と水酸基と大氣中の水素とで動植物及び火山瓦斯中の水素は意に留めるに及ばぬ。水圏中の水素の量は約  $0.00015 \times 10^{21}$  噸で六〇軒

の地殻中に於ける水素の量は前に算出せる如く約  $0.00016 \times 10^{21}$  噸で兩者を合して  $0.0003 \times 10^{21}$  噸である。

炭素の唯一の適當なる供給物は主として石灰岩及び他の水成岩中の炭素で、炭層、石油貝岩石油層、大氣中の炭酸瓦斯、生物中の炭素等は全く考へる要なし。水成岩を含む一〇哩の地殻中に於ける炭素の百分率は  $0.094$  で厚さ六〇軒の全地殻中に於て等しき百分率で含有するものとすればこの中の炭素の總量は  $0.0088 \times 10^{21}$  噸である。故に還元を利用し得べき水素及び炭素の總量は約  $0.009 \times 10^{21}$  噸と成る。

さて地球内に於ける酸化鐵を全部還元して金屬鐵とするに要する水素及び炭素は夫々  $0.035 \times 10^{21}$  噸及び  $0.21 \times 10^{21}$  噸である。即ち各層に於ける所要數は次の如し。

	リソス ホル殻	フェロス ホル殻	橄欖岩殻	全地球
炭素(噸 $\times 10^{21}$ )	0.015	0.01	0.001	0.016
水素(噸 $\times 10^{21}$ )	0.005	0.004	0.0003	0.0093
酸素(噸 $\times 10^{21}$ )	0.035	0.021	0.001	0.057

是れにより三つの中間殻の酸化第一鐵及び橄欖岩殻中の金屬鐵の極小部分を還元するに充分なだけの水素や炭素或は兩者が存在せないことを知る。

上述せる事實により、三つの中間殻中の鐵より多量の鐵を珪酸鹽化して居たとしては利用し得べき無水珪酸の量があまりに少なきこと、橄欖岩殻中の鐵とフェロスボル殻中の鐵の一部分以上の鐵を酸化第一鐵として居たとしては利用し得べき酸素が充分でないこと、及び橄欖岩殻中のものとフェロスボル殻中のもの以上の量の酸化第一鐵又は珪酸第一鐵を還元したとしては利用し得べき炭素又は水素或は其兩者の量が不足することが明らかである。即ち核心及びリンスボル殻中に於ける莫大なる量の鐵についての前述せる三つの疑問を肯定するに充分なる量の無水珪酸、酸素又は還元劑が存在して居ない。酸素についてのこの結果は、一般に承認せられて已に明白なる事柄である、地球の固結及び生成が隕石中に於けるニッケル鐵や酸化物以外

の燐化物、硫化物、炭化物及び鹽化物の存在により類推的に示される如く多くは非酸化状態に於て行はれたと云ふ意見に全く一致する。

以上論じられるところより地球を構成せる元物質が、元來熱により分解した物質も冷却により化合物を造り得る状態に置かれた時にも大約三〇%位の化合せざる鐵を含有し居たことが窺はれる。勿論集塊中のすべての元素が其内の最も多量な物でさへも互に全く満足する様に丁度化學量的の比に於て存在せねばならぬと言ふ理由はなく、却つて星雲説や惑星説で想像せられる如き複雑なる分解物質より出發すれば物質中の一つ或はそれ以上が、完全なる結合に對して必要な量よりも過剰に存在するならんとの考へに強く首肯せられる。

地球を構成する物質が太陽の雰圍氣中に於けるものと非常によく似て居ることは、地球中に最も多量に存在する元素と、スペクトル線の強さにより判断せられた太陽の雰圍氣中に最も多量に存在するものとの間に驚ろくべき一致の存

することにより示された。第七表は太陽、地球及び地表に於いて最も多量に存在する元素を其量の順に示したものである。

第七表

太陽の雰圍氣	地球全體	地 殼
一、カルシウム	一、鐵	一、酸 素
二、鐵	二、酸 素	二、珪 素
三、水 素	三、珪 素	三、アルミニウム
四、ナトリウム	四、マグネシウム	四、鐵
五、ニッケル	五、ニッケル	五、カルシウム
六、マグネシウム	六、カルシウム	六、ナトリウム
七、コバルト	七、アルミニウム	七、カリウム
八、珪 素	八、硫 黄	八、マグネシウム
九、アルミニウム	九、ナトリウム	九、チタニウム
一〇、チタニウム	一〇、コバルト	一〇、磷
一一、クロミウム	一一、クロミウム	一一、水 黄
一二、ストロンチウム	一二、カリウム	一二、マンガン
一三、マンガン	一三、磷	一三、硫 黄
一四、バナチウム	一四、マンガン	一四、バリウム
一五、バリウム	一五、炭 素	一五、鹽 素
一六、炭 素	一六、チタニウム	一六、クロミウム

本表に示されたる材料特に第一列及び第二列のものを見るには、太陽の雰圍氣中に於ける物

質と地球中に於ける物質との間にそれ等の物理的狀態に非常な相異のあることを注意せねばならぬ。即ち太陽の雰圍氣中に於ける物質の比較量は非常に高温に於ける瓦斯の多少イオン化又は解離状態にあるものが其影響と共に表はずスペクトル線の強さによりはかられたもので、地球上に於けるものは定量的材料と隕石よりの類推とにより決定せられたものである。その物理的狀態、物質の狀響及び測定方法がかくの如く異なるに拘はらず、以上の如く地球上の物質と太陽の雰圍氣中の物質とは多く驚くべき一致を示して居る。

地球内に最も多量に存在する物質一二個中、鐵、珪素、マグネシウム、ニッケル、カルシウム、アルミニウム、ナトリウム、コバルト及びクロミウムの九個は、太陽の雰圍氣中に最も多量に存在する一二個の物質中に在り、唯酸素と硫黄は第一列にはなく、水素とチタニウムは第二行中にはない。鐵は兩者に於て第二位か第二位を占め、ニッケル及びマグネシウムは非常に

近く最も多く、これ等の三種は全地球の五一・六%を形成する。隕石中の最も著しき三つの元素、鐵、ニッケル及びコバルトは、兩者に於ても顯著で同程度に多量に存在して居る。カルシウム及びナトリウムは第一列に於ては高きところに在り、第二列では低きところに在るが兩者中共に多量有り、距りも酷似して居る。兩列中で下の六個の多量に存在して居る元素中にも比較量の大きさの同程度のものがある、即ちコバルト、クロム、マンガン、チタニウム及び炭素はそれである。

不同の點について見るに、最も著しきは、太陽中にはカルシウム、水素及びナトリウムが多量在り、地球中には酸素及び珪素の多きことである。太陽中に外見的にカルシウムの多い様に見へることは、此元素が最近唱へらるゝ如く部分的にイオン化又は解離を行ふて、此元素に屬する強きH線及びK線を出すに據るならんと思はれる。ジョン及びバコック兩氏により提示せられた、太陽の雰圍氣の圖式中にはイオン化し

たカルシウムは最上層に置かれ中性のカルシウムはずつと下のナトリウムの近くに置かれて居る。太陽中に水素及びナトリウムが多量に存在して居る如く見へるのも、此等が比較的容易にイオン化し従つて其等のスペクトル線が鮮明なことに歸するのが當然である。

太陽雰圍氣中の多量の物質中に、酸素のないこと及び硫黄と燐がないことは、其等が眞に缺けて居るか多量に無いかの意味を示さない、何故ならばよく知られて居る如く陰イオンは陽イオンが容易にあらはれるところではスペクトル線を出さないからである。換言せば陰イオンのイオン化電壓即ちエレクトロンに分れる可能性は陽イオンのそれよりも少なる結果である。

地球及び太陽の成分間の他の類似は、最近の研究により示された。ジョン及びバコックは太陽雰圍氣中の數種の元素の分布について一つの圖式を提出した。スペクトル測量の材料を根據とし、たゞ數種の元素のみを包含するその圖式では、鐵(蒸氣)は太陽雰圍氣中の最低の所に在

り一五〇〇粒の邊迄廣がり居り、其上にはアルミニウムの稀薄な層が在り、尙ほ上ると中性のカルシウム在り且つ其上にはナトリウムが在る而して更に上れば水素の厚い圈があり、終にはイオン化したカルシウムのH線及びK線を出す圈となる。マグネシウムの位置は認められな

い。  
吾人はこの提示せられた順序を、第一には珪酸鹽を混合して居る鐵の殼、次には珪酸鹽のみの殼で、其内最下層は鐵及びマグネシウムの珪酸鹽で、上に成るに従ひ漸次カルシウム及びナ

トリウムを伴ふアルミニウムの珪酸鹽と成り、連續且つ漸變的なる數種の殼により圍まれたる鐵の中心核のある地球中の物質の分布と類推せざるを得ない。太陽零圍氣中の水素殼は地球上の大氣に相當すべきものである、而して地球上の大氣は質量の小なる元の水素の幾部分を多分失ひ居り、近代の考へによれば水素がその最上層を成して居る。(完)

(Henry S. Washington. The Chemical Composition of the Earth. Am. Jour. Sc. 5th series. IX. 351, 1925. 藤井毅太

郎譯)

## カオリンの灼熱現象に就いて (リンネ)

カオリンの灼熱現象に就きては既に試みられたる研究少からず、タンヤン(G. Tamman)及パーペー(W. Pape)兩氏は今日迄行はれたる重要な研究を總括し且彼等自身の實驗の結果を記述せり、即ち第一に粘土のみの熱曲線、第二に粘土とアルカリ土類の炭酸化合物及酸化物との

混合物の熱曲線、第三に此等物質の溶解關係を觀察し其結論としてカオリン ( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ) は五百五十度に於て  $Al_2O_3$ ,  $2SiO_2$ ,  $2H_2O$  に分解し、九百三十度に於て既に游離せる  $Al_2O_3$  が他の形に變ると述べたり。

著者は上述の變化をX線によりて研究せり。

カオリンの灼熱現象に就いて