

地球を構成する物質と其分布 (四)

理學博士 松 原 厚

地殻の組成分として一パーセント以上の含量を示す諸元素は餘りに普通なもので、茲に改めて其分布の説明をする必要もないから、一パーセント以下の十元素の分布を略述するに止める。

チタニウム 礬、チタン鐵礬、金紅石等となりて廣く火成岩中に分布する。

炭 素 炭酸鹽となりて石灰岩をなし又水中に溶け、或は有機物及それより成生した

石炭、石油等の中にある。

臭 素 臭化物として海水にある。

磷 燐灰石となりて火成岩の副成分礬物をなす、又有機物の遺骸より來れる燐分

は水成岩中に多い。

硫 黄 硫酸鹽又は硫化物として普通である。

地球を構成する物質と其分布

バリウム || 長石及雲母に夾雜せられて火成岩中にある。

マンガン || 硅酸鹽、酸化物、炭酸鹽等となりて火成岩中に存する。

ストロンシウム || 火成岩中に廣く分布する。

窒素 || 大氣中に存する外、有機物並に之より成生せる石炭中にある、土壤には硝酸

鹽あり、火山にはアンモニウム鹽がある。

弗素 || 電氣石、雲母、其他多數の硅酸鹽中にある、燐灰石の成分をなすこともある。

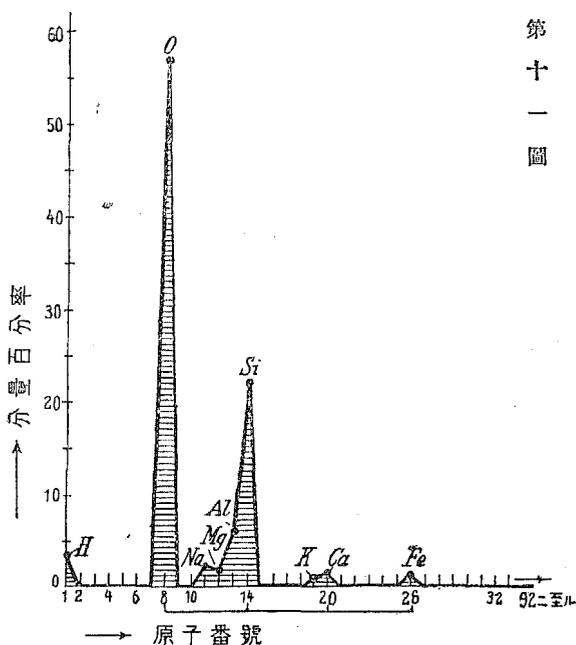
此等諸元素の各々は、多量に集中して、所謂「鑛床」を形成することはある。例へばチタニウムはチタン鐵鑛となりて基性の火成岩中で岩漿分化鑛床となり、燐灰石は燐鑛床になり、酸化マンガンも探掘に値する有用鑛床となる事がある、窒素も智利硝石床に集中し、弗素も螢石、クリオライト等の有用鑛床をなす事がある。其他の諸元素に付いても皆斯様な事が言はれ得るのであるがこれらが如何に大規模に集中したればとて、之を地殻全體の分量から見れば實に微小なものである。然るに前表に「其他の元素」として包括せしめてある六十種許りの元素は、其總量に於てすでに〇、五パーセントであるから、其一々の元素に就て見れば誠に分量の少いもの有るべきことが分る。

地殻を構成する主要物質の比較的分量を圖形に表はす爲めに、原子番號を横軸にとり、原子の百分率を縦軸にとつて圖形を作つて見れば第十一圖の様なものになる。この圖を見ると所々に極大點

が出来る、極大點の位置は原子番號で

1(H), 8(O), 14(Si), 20(Ca), 26(Fe)

第十一圖



が、其何故に然るかといふ解決に至つては、何うしても吾々は他日原子そのものゝ構造が十分闡明せらるゝに至る時期を待つより外はない。

地球を構成する物質と其分布

の如く排置せられる。この終りの四つの極大點では番號の間隔が一定であつて即ち六である。地球の深部に下るに従つて、26(Fe), 27(Ni), の部が増大し、又12(Mg)が増大し14(Si)が幾分減少するであらうから第三の極大部の形が變るであらう。又酸素が大に減少する等の變化もあり得る、けれどもこの圖形は其極大點の位置に付ては餘程よく地球全體の元素分布を表はすものであると考へられて居る。斯の如く極大點の位置に立派な規律が見られることは寧ろ驚歎に値する事實である

地球が嘗て液態であつた時、表層に浮んだものは主として硅酸鹽より成る熔滓であり、核心部はニッケル鐵であつたとせば、恰もエーテルと水を一の器に容れた場合に互に相溶かさない二液相として重り合ふことになる、液全體を十分攪拌した後靜置し、エーテルと水の二層が完全に分れた後エーテル層を調べて見ると幾分の水が溶されて居り、又水の層にも幾分のエーテルが溶けて居る、斯く一層の中に溶けて存する他層の物質の濃度は溫度によつて變るものであるが、一定溫度に於ては一定の濃度を表はすもので、この濃度は各層の分量の如何には關係しないものである、エーテルと水との場合はホンの一例であるが互に交らない性質の液體同士ならば常にこの原則が適用せられる。そこで液態當時の地球に於ても熔滓層にも相當量の鐵ニッケル分が溶け込み、核心部にも幾分の熔滓が溶けて存した事は考へ得ることである。仍て吾々が表層の組成について有つて居る前記の如き智識からして之と平衡して存立した内部の層の組成もこの方面から決定し得るのではないかといふ疑問が起る、茲で吾々は再び地球内部の組成の問題に立返つて見る必要がある。

タレマンは前記の考からして種々の推論を企て、見た。其詳細は本誌第二卷第五號に譯して紹介せられて居るから茲には之を繰返す必要はないが、只順序として其大綱を述べる。同氏は液態當時の地球が三つの液相から成つて居たものとし、外殼は主として硅酸鹽より成る岩石層、中間層は硫化金屬、最内部は主としてニッケル鐵であつたとする。而して三層の各々は一定溫度に於ては一定量の

他層物質を溶解して存したもので換言せば三層は相互に平衡の状態にあつて存した。これが固結を始めるとき温度の變化に伴ふ溶解度の變化は只各層の接觸點に於てのみ起るので層の中では結局如何なる物質も最後には晶結して初期晶の間隙を埋める事になるから、平均組成は固結の前後に於て變りが無いと見た。之は可なり危険な想定で、岩漿の分化といふ事を全然無視した考であるが、暫く吾々はタンマンに聽き、この場合には斯様な大マカナ想定が必要である事を承認し、この想定からして如何なる推論が生れるかを窺ふべきである。

鐵は硅酸鹽層に五パーセントも含まれて居る故、鐵よりも電氣的に正なる諸金屬（ポタッシュウム、ソヂウム、リシウム、カルシウム、ストロンシウム、バリウム、稀土類元素、ベリリウム、アルミニウム、マグネシウム、マンガン、クロミウム、亜鉛）は核心部には餘り存在せぬかも知れない。何故ならば、斯様な卑金屬は鐵の鹽類を分解し、鐵は遊離して下底に沈み卑金屬の鹽類を生ずるが當然である。然るに硅酸鹽層に於て多量に鐵の鹽類が存在するからには、既に之を分解するに足るだけの卑金屬の量が存在しないことが分る、然らば核心部に移つて居た卑金屬の分量も亦知るべきのみである。硫化金屬層に於ても、同様に卑金屬が稀であるか否かは疑問であるが、もし稀でありとせば鐵よりも電氣的に正なる凡ての卑金屬は悉く硅酸鹽層中に存在するといふ結論になる。硅鹽層の厚さは千五百料で比重は二、九であるとせばこれら各元素の組成百分率からして、地球に現存

するこれら元素の總量を算出する事も出来る。

稀土類、ベリリウム、亜鉛等は硅酸鹽層に於てさへ少量であるから、地球全體に現存する量も眞に微量である。

化學的に鐵よりも高貴なる金屬(カドミウム、コバルト、ニッケル、鉛、錫、蒼鉛、アンチモン、水素、ヴァナヂウム、銅、銀、水銀、金、白金)は單金屬の場合と正反對で、核心部に於ては多量に存在して居ても差支ない。特にこれらの内、水素、ニッケル、ヴァナヂウム及び之に亞いで銅は、硅酸鹽層に於てさへ多量に現存するもの故、核心部には更に多く存在し得る。併しながら水素及びヴァナヂウムに付ては大に考慮を要する。元來火成岩中の水素分は、火成岩が水を含める地表岩層を貫いて迸發した際に、水として其中に入り込みしものが大部分で、深部の溶岩中には恐くは水素分は微少であらう。又ニッケルは高溫度に於ては二價元素として安定であるに反し、ヴァナヂウムは種々の原子價を現はすものである、硅酸鹽層では硅酸の過剰があり、且第二酸化鐵もある、それ故ヴァナヂウムは(V₂O₃)に酸化せられる、故に前記の推論からしては核心部に多かるべき筈であるに拘らず、かゝる特別の理由からして實際に於ては殆んど皆無であらう。錫及びアンチモンに付ても同様のことが言はれ得る。

中間層即ち硫化金屬層の厚さは一千四百呎で、比重は五、六と想定せられて居る、鐵二〇パーセ

ント、硫化鐵七〇パーセント、第一酸化鐵及硅酸鹽一〇パーセントの混和物は溫度二十度並に平壓のもとで、五、二の比重を有する、蓋しこの層はこの邊の組成の物であらう、液態に於ては鐵と硫化鐵とは凡ての割合に相互溶解をする、されども地球の場合に於けるが如くこの相互溶液に第一酸化鐵と硅酸鹽を加へ込めば大に相互溶解度を減じ二液相に分れる、この時の溫度が一千四百度ならば、前記の組成の硫化物層と六パーセントの硫化鐵を含む鐵の湯とに分れることになる。

硅酸鹽層中に存する硫黃分が僅かに〇、〇五パーセントにしか達しないといふ事實は硫化物層の存在を疑はしめる、何故ならば、銅の製煉場の鍍カウ(FeS Cu_2S)の湯の上に溜る鍍カウの湯の中には大凡これの十倍量も硫黃分が入り込む事實があるからである。併し茲に注意すべきことは、硫化物層の硫黃分の一部を燐又は硅素其他の物で置換するならば、溶滓層中の硫黃分は大に減じて平衡が成立するのである。斯くの如く硫化物層そのものゝ組成分が硅酸鹽層中の硫黃分の量を支配するのであるから、銅の製煉場に於ける例を直ちに地球の場合に當倣めて硫化物層の存在を否定する譯には行かない。

核心部をなすニッケル鐵は硫黃分及燐分を含み得る、これは其上部に位する硫化物層が多くの燐をも含んで居た故、これらはニッケル鐵層中にも相當量丈けは入り込むのが當り前である。この層が晶結すれば鐵ニッケルの燐化物たるシライベルジットも晶結する、又硫化第一鐵は滴狀をなして分離しこれも最後には晶結することになる。この種の包裹物は隕鐵には多いが地球の核心部のニツ

ケル鐵にも屹度有るだらう。

以上はタンマンの所論の梗概であるが、彼のオヴィファリ鐵に多量の化合状態の硫黄並に燐の存在することは既に吾々の知つて居る事實であり又中性乃至鹽基性の火成岩中に硫化鐵物を多量に含有する場合は多いことは周知のことである。これらはタンマンの所謂硫化物層と硅酸鹽との境界面に近い場所の物質を代表するものとも見られる。又硫化物鐵床の中には、直接地球の深部から噴出したものと同考へられて居るものも鮮くない、兎も角もタンマンの提唱した研究法、特に硫化物層に關する學說の如きは、この方面の研究者に對する一大警告として多大の興味を感せしめるものがある。

地球の表層部に於て、特殊の元素従つて特殊の鐵物が特殊の場所(鐵床)に集中する地質學的經過は、甚だ複雑で又多趣多様であるが、最も著しい二三の例を上げて見ると

一、橄欖岩其他の基性岩中に、クロム鐵礦が固まつて現はれること、ノーライトと稱する基性岩の縁邊に、ニッケルを含める磁硫鐵礦が集中して存する事實、正長斑岩、石英斑岩等の中に磁鐵礦が集中して存する事實などは直接に岩漿分化によりて鐵床の出來る例である。

二、花崗岩、正長岩等の如き酸性岩石の岩漿が固結した後、割目を通じて殘液が迸出して固まれば所謂鬼御影の岩脈を生ずる、これは略共融晶に近い平均組成を有するもので、花崗岩などに比す

れば遙に低い温度に於て固結したものである、錫、マンガ、タングステン、弗素、ニオブ、タ
ンタル、セリウム、イツトリウム、タンタルム等が集中し易い。雲母、石英又は長石の大晶の出
るのも斯様な場所である。

三、火山より噴出する瓦斯は、火口附近に於て硫黄又は赤鐵礦を沈積することがある。かゝる作用
は地下の深所に於ても起り、其爲めに既存の岩石に錫石、硅酸等を吹き込む事がある、或は瓦斯
と液との混合物が礦物を沈積する場合もある、又全く高熱の温泉のみが沈積作用を營むこともあ
り、次第に低温になり遂に冷泉になつてさへも尙多少物質の運搬と沈積とを營むものである。

金屬が地下の深所から搬出せらるゝ場合には、可溶性或は揮發性の化合物、例へば鹽化物の如き
ものになつて出て來る場合も有り得る、これが硫化物になつて沈積すれば、酸を遊離するから、
其の爲めに硫化物の溶解度は増加し、遂には沈積が進行しなくなる、然るに石灰岩の在る所では、
この遊離酸は出來次第に中和せられるから、従つて硫化金屬の沈積は、特に石灰岩の在る所に起
り易い。所謂礦化瓦斯、或は鑛床母液乃至鑛泉の類は、結局岩漿分化の殘留物であると考へるなら
ば、前記一、二、三の場合を甚嚴密に區別する必要もなくなる、元來高温高壓のもとに於ける岩漿
は、恐くは飴の様なもので、其中からして岩石分が固結する毎に其岩漿は粘度を減じ蒸氣壓を高う
するから、次第にサラ／＼した湯になり、濃溶液になり、稀薄液になり、遂に水になると考へ得る、

クロム、鐵鑛、鐵、白金、鐵苦土のオルト硅酸鹽などは、未だ多少餘に近い時期に分れたものと、熱湯乃至濃溶液の時代に鬼御影脈、氣成鑛床の類が出来始め、中等温度の濃度の小さい液からして普通の硫化金屬鑛脈の類が成生せらるゝものと考へれば、結局これらは一續きの現象と見られる。

右の外既存の鑛石或は岩石が風化作用を受ける結果として、特殊の鑛物が集中する現象も起る、金、銀、銅などが鑛床の露頭部に集積すると、石灰岩地方にマンガン又は菱鐵鑛が集積することなどはこの例である、河床の一ヶ所に、金、白金、砂錫、寶石類などが流水の作用で機械的に集めらるる現象も結局は之を風化作用の結果と見られ得る、又風化によりて生じた可溶性物質が河海湖沼に入り、動物に攝取せられて石灰岩、硅藻土の類となつて沈積して大床をなすに至る現象もあり、或は事情の如何によつては獨逸國シタスフルトに見る如き鹽類床をも形成する。

一體風化といふ現象は、鑛物が地球表面の現狀に適應しやうとする物理的化學的變化である、實際に於て地殼の岩石を構成する物質の化合状態は、現在の地球表面の事情に相當するよりも、もつとく高度の還元状態と高温高壓のもとに於て安定なるべき形であつて、之が地球の表面で水、炭酸及酸素と自由に相接觸して居る場合には、莫大なる化學エネルギーがそこに現れなければならぬ、近時鑛物の比熱の測定が大に行はれる事になつたので、これらの化學エネルギーの實値を數量的に求め得るに至る時期も近づいた様である、要するに岩石を構成する鑛物は〇、二氣壓の酸素と〇、

〇〇〇三氣壓の炭酸瓦斯とを被つて居る水と相接觸して、最も安定な形にならなければ止まない、鐵分であるならば第二酸化鐵或は第二水酸化鐵にならなければ片が附かない。之によつて見れば地殼は盛に酸素や炭酸などを吸収し固定しつゝある事が分る、現今地球の氣圈にある無水炭酸の量は二兆二千億噸、炭素としては六千億噸にしか過ぎない。然るに水成岩にある遊離炭素其他の炭素分を悉く炭酸にして大氣中に放たば大氣中に於ける炭酸の量は現在の二十五倍になる。遊離炭素にしても石灰岩にしても主として生物起原のものであるし、水に溶けて存する炭酸鹽も岩石風化の果成物であるから、結局地殼の炭素分も一度は大氣中に存在した時期のある事は争はれぬ、此點から考へて、往時の氣圈中には炭酸が多量に存在したものであると信する學者が多い、されども炭酸が無闇に多かつたとせば空氣呼吸の生物が棲息し得なかつた事であらうと氣遣ふ人々もある。ミュニエの如きは、炭酸は、往時から不斷的に火山の噴火口から供給せられたものであると想像した。併し乍ら植物の作用並に岩石風化の作用によつて、略々現今の分量に近い處まで炭酸の減じた時に、始めて空氣呼吸の生物が出現したと考へても遅くはなからう、吾人にして若し星雲説を信するならばクラークの言つた如く、始原の氣界は、我地球が固結する際攪り入れられなかつた所謂殘留瓦斯に外ならぬからして、炭酸も酸素も始めから澤山在つたものに相違ない、これが現今の大氣の組成に立到るまで地殼に固着せられたとせば一切滞りなく説明がつく、クラークの計算の結果は、現に我が大氣中の酸素分は、甚緩徐ながら年々歳々減少しつゝあることを示して居る。