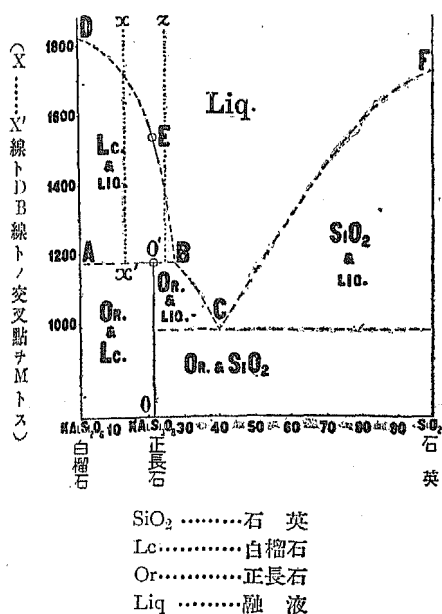


講話

地球を構成する物質とその分布 (三)

理學博士 松 原 厚



第七圖の斜長石の下方に於て可なりの擴りを有するLなる領域は、バウルの原著には(恐くは誤脱によつて)命名を與へてないが、もし斯る礦物がありとせば白榴石なども其一つであらう、この礦物は加里のアルモ硅酸鹽で、正長石より硅酸の幾分を抜き去つたものに相當する所の融點の甚高い礦物である、今白榴石に少しく硅酸を交へた混合物を熔融して見ると、純粹の白榴石の湯に比して冰結溫度の低いものになる、幾パーセントの硅酸分を加へ

れば氷結溫度は何度になるか等の關係を圖形に表はす爲めに第九圖に示す如き所謂狀態圖と稱するものを用ふる、この圖では横軸に沿ひて混合の割合を表はし縦軸に沿ふて溫度を表はす、例へば○○なる垂直線に當る處は白榴石七八、四パーセント、硅酸二一、六パーセントに相當する組成即ち正長石を表はす、Dは純粹の白榴石の融點でDEBは、白榴石に次第に硅酸を加へ増した場合に於ける融點の軌跡を表はす。

實驗によると、正長石を熱して熔かせば其儘の湯にはならず、分解して白榴石の固體と、正長石よりも硅酸分に富める所のBなる組成の液となる、この兩物質の分量を夫々S及S'とすれば

$$O'BO'長石 \times S' = O'AO'長石 \times S$$

なる關係が成立するものである、B點の溫度は千百七十度で組成は大凡白榴石七二、一パーセント、硅酸二七、九パーセントに相當する。正長石はB點よりも硅酸分に富める融液と相接するとき安定で、如斯液中に於ては分解せずして熔融する、其融點は全體としての組成が硅酸分を増加するに従ひて遞下するもので、其關係はBCなる曲線で表はされる、C點に相當する融液が冷却すれば、石英と長石とが同時に析出し、全部固結したるまで融液の組成も溫度もC點に一定する。

今O'に相當するよりも硅酸分の少い融液、例へばE點の表はす如き組成の融液が冷却するとして見る、M點がE點の直下に位するとせばMなる溫度に下つた時始めて結晶が起り白榴石が析出す

る、白榴石は此の融液に相當するよりも硅酸分の少い鑛物であるから従つて残りの融液は前より硅酸分を増すことになり白榴石が析出する毎に融液の組成は圖上で右へ右へと移り行く、之に伴つて溫度が下るとせば融液の組成はM E Bの曲線上を這つてBの方に移る、B點に對すると、これ迄析出して來た白榴石はBなる融液と相接して安定ならず液に侵されて、其結果正長石になる、正長石の出來る量を f 、白榴石として殘存する量を f' とせば

$$(O \times' \text{の量}) \times f = (x'A \text{の量}) \times f'$$

の關係が成立するまで白榴石は正長石に造り變へられ、それが了つた時頂度融液も無くなつて、結局白榴石と正長石との混合物になる、

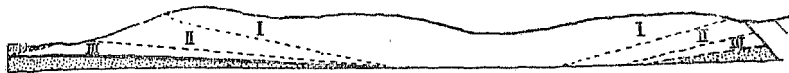
〇〇、に相當する組成の融液ならばEなる溫度で白榴石の初期晶が出始め、其後の經過は前と同様であるが溫度が千百七十度に下つた時、それ迄に析出した白榴石を頂度正長石に造り變へるに過不足のない分量の融液Bが残つて居るから、最後の成生物は全部正長石になる。

正長石に相當するよりも硅酸分の多い、例へば z の如き融液からしても、矢張り最初に出る結晶は白榴石である。この場合には融液は白榴石を全部正長石に變質せしめても尙餘りが有るので、白榴石の消滅後溫度の下るに任せて置けば、融液は正長石を析出しつゝB C曲線に沿ひて溫度と組成とを變ずる、而してC點に至つて始めて石英と長石とを同時に析出しつゝ全體が固結する、如斯高

溫度に於て白榴石が析出する現象は、系中に正長石類の斜長石が二十五パーセント位交つて居ても妨げらるゝことは無いといふ。

前述は、化學平衡が完全に保たれて行く場合の變化の次第であるが、天然に於ては必しも斯く理想的には行かぬ場合がある、初期に析出した白榴石は、融液に比すれば比重が大であるから下底に沈む、次第に深く積つて來れば、下底は上部の重みを受けるからして結晶粒子の間に残つて居た液は上部へ搾り出されて了ふといふ現象も起るから、結局溫度はB點まで降つても殘液は下底の白榴石を變質せしめ得ぬ、仍てたとひ最初の融液の組成が、正長石よりも甚しく桂酸に乏しいものであつても、最後の融液はBC線に沿ひて組成を變じ遂にはC點に達して、正長石と同時に石英をも析出するが如き酸性のものになり得る、之は岩石學上岩漿分化と稱せらるゝ現象の一種である、地球が固まる時期には、或層で、この種の岩漿分化作用が大規模に起り、白榴石が下底に堆積し、酸性の岩漿が上澄になつた時期が有つても差支はないのである、實際白榴石は、近世の噴出岩に伴つて火口の下底部から、所謂「勢に乗じて」誤まつて飛び出して來る品物で、硅酸分に富んだ上澄液の中では安定でないから、従つて地表に見る普通の火成岩中では見られない、即ちバウルの模式圖でLの如き存立領域を有するものになる。

地表に近い所で前記の如き岩漿分化の起つて居る實例は、蘇格蘭のボロラン湖畔で發見せられ



蘇格蘭ボロランに於けるラコライトの断面圖

1 石英正長岩

2 漸移帶

3 白榴石其他のフェルスパソイドを含む正長岩

— 想像的の超基性岩一ヶ所に露出す、 寒武利亞 (第十圖)

地

球

第三卷

第四號

四六

六四

た、即ち第十圖に断面で示されてある如く、山の頂からして下底に向つて三種の異つた岩層が見られて居る、圖中Iは石英正長岩で、之は遊離硅酸を含んだ甚だ酸性の岩石である、IIIは白榴石其他のフェルスパソイドを含んだやゝ基性の岩石、IIはこの兩者の移變りの層であるといふ。

橄欖石の如きオルト硅酸鹽が下底に分別せられ、メタ硅酸鹽たる輝石、或は遊離硅酸たる鱗石英、石英等が次第に上澄液に残つて行く経過も、矢張り實驗的に闡明せられた、この研究によれば、頑火石或は頑火石に多量の透輝石を溶かした所のメタ硅酸鹽混晶に相當する組成の融液からでも、初期晶として出て來るものは橄欖石である、況んやこれよりも硅酸分の少い融液からしては、當然橄欖石が初期晶となりて現はるべきものである、然るに橄欖石が液底に沈降すれば、前述白榴石の場合と同様で後期に至つて殘液の侵蝕を受けなくなるから、後者は多少の輝石を析出して後、遂に遊離硅酸を析出する如き酸性上澄液にもなる、橄欖石が下底に堆積すべきことは

斯く狀態圖の上から理論的にも證明し得らるゝのである。

さて地球に於て如斯物質分化が行はれたとして見れば、其結果たるや極めて安定平穩なものになつて了ふべき筈で、實際今日の地球は、大體に於て此の狀態に在りて存するのである、もしも吾々が不均な組成の石堆の上に乗つて居るものとせば何時如何なる地點で爆發が起つて、揮發性成分などが抛出せられるかも知れないがケ様な不安心のないのは、現世の生物にとつての一大幸福と言はねばならぬ。然る處、實驗室に於て理想的條件のもとに物質の變化を起させてさへも、仲々完全には進行しない、況んや自然界に於て大規模に起る現象には、多少の不行届が残つて居る事は免れない。第一に、上方の層に押し上げらるべき筈の品物が、上部の粘靱性物質に遮られて、尙下底に停滯して居る場所もあらう、或は下底に沈降すべき筈の物で上部に残存するもあらう、一體に高溫度の下では、物質は相互に混品を作り易いものであるが、溫度が下れば混品の飽和度も降つて來るのが普通であるから、水其他の揮發性物質であつて、嘗て固溶體として他物質中に入り込んで居たものが、地球の冷却に伴つて吐き出されるといふ事が起り得る、或は上層に於ける物質の排置は略ぼ整ふて居るに拘らず下層に於て變動が起る爲め、或は褶曲斷層等に起因する變動の爲めに、桑田碧海の大變が起り、酸素や水や硅酸に富んだ上層物質が、一朝にして底ひも知れぬ深所へ落下する等の事も起り得る、かくて幾度か掻き廻された儘で、未だ其後の整理が十分附かずして固結した所

などには多少の不安定は今日と雖殘存して居る、即ち地下に所謂岩漿溜など、稱せらるゝものが出来、長い地質年代に亙つて活動を續ける事にもなる。抑も岩漿の中に含まるゝ揮發性成分は、水、鹽素、鹽化水素其他の鹽化物、弗化水素其他の弗化物、炭酸、一酸化炭素、硫化水素、水素、窒素、メタン等であるが、これらの中に溶解して存する鑛物成分が溫度の降下につれて固體となつて析出すれば次第に殘液は粘性を減じサラ／＼して来る、然るときは沸點が次第に降下するから、全體としては溫度は降下しつゝあるに拘らず、瓦斯の壓は次第に上昇し恐るべき大さにも上る、かくて遂に上部の岩石層の重さで支へ切れない壓になれば、爆發が起つて地上に迸出する事になる、この爲めに地震を起したり、熔岩の湧出を惹起したりする事にもなる。

併しながら、今日に於ては此種の動搖の起る所は地球の表面全體から見れば眞に一小部分である、我日本島は、不幸にもこの一小部分の中に入る所の危險地で、其爲めに火山的美景もあり、溫泉の天恵なども多くはあれども、時々不測の災害に見舞はれるのは是非もない次第である。

地球の表面に於ける物質分布の有様は、直接に吾々の手の届く所であるだけに、可なり精密に調べられた、即ち之に關しては有名なクラークの統計がある、クラークは夥多の分析結果に基いて地表から十哩の深さまでの岩石の平均組成を求めた、これだけの岩石圈の平均比重は二、五よりも大で二、七よりも小である、容積は十六億三千三百萬立方哩となるから、これよりして其重量を算出

し得る、又海水の平均比重を一、〇三と置き容積の三億二百萬立方哩からして海水の重量を出す氣
 圈は其質量に於て百二十六萬八千立方哩の純水の質量に等しいと見出して居る、これよりして三圈
 の重量百分率を求めると左表の如くなる。

岩石圈の比重を		氣 圈	水 圈	岩石圈	合 計
二、五とした場合	〇、〇三	七、〇八	九二、八九	一〇〇、〇〇	
二、七とした場合	〇、〇三	六、五八	九三、三九	一〇〇、〇〇	

岩石圈の火成岩と水成岩との質量を比較すれば

火 成 岩	水 成 岩			合 計
	頁 岩	砂 岩	石灰岩	
九、五〇〇	四、〇〇	〇、七五	〇、二五	一〇〇、〇〇

これ等各種の岩石の平均組成は左表の通りである

	火成岩 (九五%)	頁 岩 (四%)	砂 岩 (〇、七五%)	石灰岩 (〇、五%)	平均組成
硅 酸 土	五九、八三	五八、一〇	七八、三三	五、一九	五九、七七
礬 土	一五、〇二	一五、四〇	四、七七	〇、八一	一四、八九
第二 酸化 鐵	二、六二	四、〇二	一、〇七	〇、五四	二、六九
第一 酸化 鐵	三、四三	二、四五	〇、三〇	—	三、三九
苦 土	三、七四	二、四四	一、一六	七、八九	三、七四

地球の構成する物質と其分布

石	曹	加	水	酸化チタニウム	酸化ジルコニウム	無水炭酸	無水磷酸	硫酸	無水硫酸	鹽素	弗素	重土	酸化ストロンチウム	酸化マンガン	酸化ニッケル	酸化クロム	酸化ジアナチウム	酸化リシウム	炭素	合計
四、八三	三、三七	三、〇五	一、九〇	〇、七九	〇、〇二三	〇、四九	〇、二七	〇、一〇	〇、一〇	〇、〇六三	〇、一〇	〇、一〇	〇、〇四三	〇、一〇	〇、〇二六	〇、〇四八	〇、〇二六	〇、〇一一	〇、八〇	一〇〇、〇〇〇
三、一一	一、三〇	三、二四	五、〇〇	〇、六五	〇、二五	二、六三	〇、一七	〇、六四	〇、六四	〇、〇七	〇、〇五	〇、〇五	〇、〇五	〇、〇五	〇、〇五	〇、〇五	〇、〇五	〇、〇一	〇、〇三	一〇〇、〇〇〇
五、五〇	〇、四五	一、三一	一、六三	〇、二五	〇、〇六	五、〇三	〇、〇八	〇、〇九	〇、〇五	〇、〇二	〇、〇六	〇、〇九	〇、〇四	〇、〇四	〇、〇二五	〇、〇二五	〇、〇二五	〇、〇一	〇、〇三	一〇〇、〇〇〇
四、二五七	〇、〇五	〇、三三	〇、七七	〇、〇六	〇、〇二	四、一五四	〇、〇四	〇、〇八	〇、〇一〇	〇、〇三	〇、〇六	〇、〇九	〇、〇四	〇、〇四	〇、〇二五	〇、〇二五	〇、〇二五	〇、〇一	〇、〇三	一〇〇、〇〇〇
四、八六	三、二五	二、九八	二、〇二	〇、七七	〇、〇二	〇、七〇	〇、二八	〇、一〇	〇、〇三	〇、〇六	〇、〇九	〇、〇四	〇、〇四	〇、〇二五	〇、〇二五	〇、〇二五	〇、〇一	〇、〇三	〇、〇三	一〇〇、〇〇〇

最下の段の「平均組成」は火成岩及水成岩を搗き交せた平均數字で、之を求むる爲めには、兩種岩石の分量を考慮に入れてある。

此表によつて見れば、地下十哩迄の岩石圈の全重量の六割までは硅酸である、又重量百分率に於て一以上のものは僅に九種で其他は凡て一以下である。僅に九種類の組成成分でも、之等が單獨に或は二種以上化合して生じ得べき鑛物の種類は随分澤山考へ得られるけれども實際自然界に存立し得るものは甚少數で二十種も數へれば既に主要な造岩鑛物は盡きる、クラークは七百種の火成岩よりして、其鑛物成分の平均量を次表の如く算出した。

石	英	長	石	角閃石輝石	雲母	副成分鑛物	合計
二二、〇	五九、五	一六、八	三八	九、七	一〇〇、〇		
頁岩	二二、三	三、〇〇	二、五〇	五、六	五、七	一一、四	一〇〇、〇
砂岩	六六、八	一一、五	六、六	一、八	一一、一	二、二	一〇〇、〇

之表によつて見れば是等五つの鑛物が火成岩の九割二分を占め、残る八分丈けが他の造岩鑛物である、頁岩及砂岩の鑛物成分に就ては次表を與へた

前記の各表に現はれる數字其他の事實を參酌してクラークは十哩の厚さの地殻中に於ける諸元素の比較的の分量を計算した即ち左表の通りである。

クラーク	岩石圈 (九三%)	水圈 (七%)	平均 (氣圈をも含む)	岩石圈 (九三%)	水圈 (七%)	平均 (氣圈をも含む)
酸素	四七、三三	八五、七九	五〇、〇二	二七、七四	—	二五、八〇
地球の構成する物質と其分布						

アルミニウム	七、八五	一	七、三〇	鐵	四、五〇	一	四、一八
カルシウム	三、四七	〇、〇五	三、二二	マグネシウム	二、二四	〇、二四	二、〇八
ソーダ	二、四六	一、一四	二、三六	ポタシウム	二、四六	〇、〇四	二、二八
水素	〇、二二	一〇、六七	〇、九五	チタニウム	〇、四六	一	〇、四三
炭素	〇、一九	〇、〇〇二	〇、一八	鹽素	〇、〇六	二、〇七	〇、二〇
臭素	一	〇、〇〇八	一	燐	〇、一二	一	〇、一一
硫黄	〇、二二	〇、〇九	〇、二一	バリウム	〇、〇八	一	〇、〇八
マンガン	〇、〇八	一	〇、〇八	ストロンチウム	〇、〇二	一	〇、〇二
窒素	一	一	〇、〇三	弗素	〇、一〇	一	〇、一〇
其他の元素	〇、五〇	一	〇、四七	合計	一〇〇、〇〇〇	一〇〇、〇〇〇	一〇〇、〇〇〇

この表に就いて見るに、地球の表層には、概して原子量の小さい元素のみが優越して存することが分る、重金属といはい、先鐵が比較的多量に見らるゝ位なものであるが、是とても百分率としては四、一八にしか過ぎない、又この表に於て元素の名前の掲げてあるは僅に二十種である、此内でも、百分率に於て一以上のものは酸素、硅素、アルミニウム、鐵、カルシウム、マグネシウム、ソーダ、ポタシウム、水素並に鹽素の十元素のみである、併し、兎も角もこの表に名前の表はれる元素は、何れも廣く岩石又は海水中に分布して存するものである。