

地球化学と宇宙化学*

梅 本 春 次

岡山大学温泉研究所 化学部門

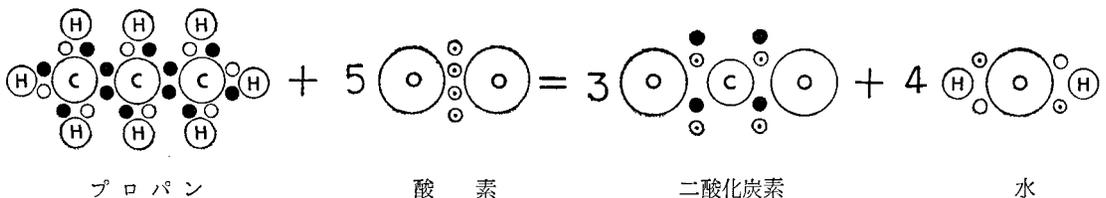
ここに形容詞のついた二つの化学の分野を演題にかかげましたが、化学とは如何なる学問であるかと考えますと、かつては“物質の化学的性質と化学変化を取扱う学問”言いかえますと“物質がそのものの性質が変ってしまう様な変化をうけるときには化学変化を受けたと言い、変化をうける性質を化学的性質と言う”とでもいうふうに化学を定義していたわけでありませぬ。例えばプロパンガスという物質が空気中で燃えると、二酸化炭素と水になる、即ちプロパンガスは燃焼という化学変化によって性質の全く違った二酸化炭素と水になってしまうわけでありませぬ。こういう変化は全て原子核の外にある電子と色々な原子核の結びつき方が変る事によつて起る変化であります。プロパンガスの燃える場合を図で示しますと第1図の様になります。ところがこの場合どの原子核も変化を受けておりませぬ。原子核の変化をうける事も知られておりませぬ、ウランの原子核が中性子の働きによつて、分裂する事を利用した兵器や発電の装置がある事は御存じの通りであります。この様な人工的な核反応の他に天然において核反応が起つております。例えば空気中の窒素に天体から飛んで来る宇宙線の一成分である中性子が当つて、放射能を持った炭素が出来ませぬ。第2図に示しました様にして出来た炭素は放射能のない炭素と共に我々の口を通して身体にも入つて来て身体を構成してあります。

これらの2つの変化は夫々化学変化と物理変化と考えられてあります。又同じ変化でも取扱う態度によっては物

理学の領域と考えられたり化学の領域と考えられたりいたします。言いかえますと現在色々な名前と呼ばれてる学問の分野は体系化された当時の名前のままであり、各分野の進歩発展と共に夫々の分野が更に細分された範囲へと別れて来て、他の分野と相接した研究対象を持つ様になって来ませぬ。先程は物理学と化学の境界の領域の例として炭素-14の生成の場合をあげましたが、地質学・鉱物学と化学の両方の橋渡しの学問が地球化学であります。もっと精しく申しますと、物理学の寄与も必要と言わなければなりません。

地球はチャイナマーブルの様な帯圈構造をなしている事は御存じの通りで、一番外側の地殻は表面下数km-数10km (大陸で20-50km, 海洋底で10km内外)の部分であり、現在迄の所は地球を対象とする研究の大部分は地殻について行われて来ませぬ。そして古い地質学や鉱物学は研究上の最小単位を鉱物として発展し、岩石・鉱物の分布と成因の推定を行つて来ませぬ。ところが最小単位である鉱物は各種の元素から出来てありますから、元素を単位として研究が進められて地球化学が生れて来ませぬ。

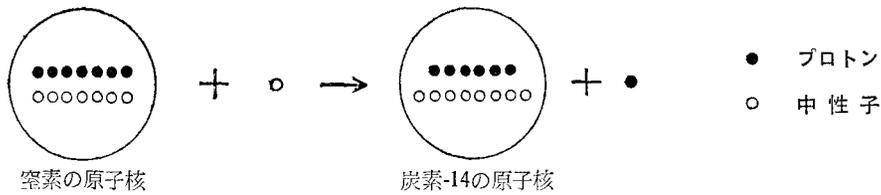
さて元素を単位として地球の研究を進めて行きますと、既に知られてる化学の諸法則の導入によつて地質学・鉱物学の立場で不明だった問題も解明される事となり、地球の年令・組成(元素の存在度)を推定し、初めの熱い融けた状態から次第に冷えて固まる過程でどんな岩石がどのような順序で出来て来るか、一度出来た岩石がどの



⊕: 水素の原子 ⊙: 炭素の原子 ⊖: 酸素の原子 } 結合にあづかる電子

第1図

* 岡山大学温泉研究所創立25周年記念講演 (1964年7月28日, 三朝町営温泉会館)。



第 2 図

様にして変質を受けるか等が説明出来る様になって来ました。海水の成分や大気成分の由来や変動も明らかになって来ました。又研究の進展する途上では独特の分野が生れて参りました。地殻は、海水と氷を除けば大部分ケイ酸塩から出来ておりまして、地球化学の基礎的な研究としてケイ酸塩の研究が進められ、化学本来の分野では余り研究の進んでいなかった問題が明らかにされたのは一例であります。この様な基礎的な方面と共に、応用の方面としては有用鉱物又は資源の探査、人間の活動に伴う人間生活の環境の変化等の調査研究等も化学的な考えを取入れて行われる様になっています。

先程申しました様に現在迄の所、取扱う対象は単に地殻の範囲でありましたが、地殻の事を十分知るためには地殻の内側に接している内部、即ち上部マントルに関する知識が必要となって参ります。言いかえますと地上から数km-50km 下にある層であります。海の深い所では大陸からよりも近い所にあります。地殻が出来る途中で相接した所に出来たマントルの間に物質的な交渉があったと考えられ、しかも均質とされていますから、何所の場所でも良いからマントル物質を手に入れて調べて見たいという衝動にかられるわけで、数年前から海洋の深い所にボーリングで孔をあけてマントル試料を採取するための準備実験が行われ、この実験は成功しております。したがって国際協力の形で昨年から地球内部開発計画が実施され、本年から日本も参加し、本研究所もその一翼を担っております。

さて地球の下の方への関心と共に、地球の一部と考えられる気圏（即ち地球を取りまく気体の部分）の研究も進められて、この中での物質の動き、地殻特に海洋との間の物質の動きが明らかにされた事は勿論であります。我々の住んでおります位置から見ると、気圏を越えた向う即ち空に星がありますが、この星に関しては気圏に関する知識とその発展の必要性から研究が始まったのではありません。地球と同じ仲間である星に関する知識は地球そのものを知る上に必要なのであります。

星に関する研究は望遠鏡の発明と共に数世紀前に始ま

り、物理学の発展と共に手に手を取って天文学という物理学の一分派が確立いたしました。しかし星を唯単なる一つの物質の塊（物体）としてではなく、構成している元素を知る事が出来る様になったのは分光器が利用出来る様になってからであります。分光器によって太陽其の他の星の表面にある元素を調べ、物質としての星をながめる事が出来たのであります。

一方地殻を十分に知り、ひいては地球を十分に知ろうという慾望は地球が独立の星となる前の事を知りたいという慾望に発展し、地球に近い所にある星の事を、更に又これらの星が属している太陽系に関しての知識が渴望される事となります。知りたい事が物質としての星であり、太陽系であってみれば、夫々はどんな元素がどんな割合で出来上っているかという事になって参ります。さかのぼると初めに出来た始原太陽系がどんな組成で、現在の状態に至る間如何様に夫々の星に分配されて来たかという事に興味を持たれ、宇宙化学が生れて来ました。

現在の所直接手に入れる事の出来る宇宙物質は隕石と宇宙塵であります。又物質とは申し難いのですが、光線・電波・宇宙線がこの地球に送られて来ます。隕石や宇宙塵が何時の時期にどういふふうにして何所で出来て、どういふふうにして地球に落ちて来るかは確定的にわかっていないにしても、太陽系から与えられた重要な手がかりであって、現在の出来るかぎりの能力をつくして、隕石や宇宙塵そのものの履歴や性質を明らかにする事によって、太陽系の物質的変遷の推定を行うことが出来ます。その基礎となるのは太陽系全体として如何なる組成であるかを推定する事にあります。言いかえますと“如何なる元素が如何なる割合で存在するか、更に進んで同位体の割合がどうなっているか（元素の宇宙存在度）”であります。これは先程申しました分光器による星の観測結果と隕石の分析結果から推定され、更に改訂されつつあります。

先程窒素に宇宙線が当たって放射性炭素が出来るお話をいたしました。隕石や隕石のもとなる物体が太陽系の中を飛びまわっている間に宇宙線をうけて、同様に核反応がおこり核反応生成物が出来ております。これを調

べる事によって隕石の母体となるものの大きさやそのどこ部分から隕石が来たか、又宇宙線は長期間にわたって強さがあまり変わっていないという事がわかって来ています。

一般に石質隕石は地球上の岩石に見られない様な異った組成を持っておりながら、どの石質隕石もほぼ似た組成を持っております。ほぼ近い組成ではありますが、これをこまかく分類すると数種類になり、その違いに目をつける事によって、もともになるものは炭素質隕石であると考えられています。

月の平均組成は石質隕石と同じで均一だといわれた考え方は、更に2%の水が入っているという考え方に変わって来ておりますが、近い将来月の表面から試料が採取される可能性がありますので、もっとはっきりした事がわかるわけであります。

ところが地球も隕石も含めて太陽系は同じ時期に出来たとされており、45億年前という一致した測定値が与え

られています。その前はどうかであったろうかという事も勿論考えられておりますが、もう少し前へ一足跳びにとんで、宇宙が出来始めた時の事についてお話いたしますと、物質のもとになる元素（言いかえすと原子核）が出来ていないで、現在の原子核の中にある中性子やプロトンがバラバラのまま存在し、次に中性子やプロトンが組み合わさって簡単な原子核が出来、これらの原子核がくっつき即ち核融合反応をおこして、次第に大きい原子核が出来て参りました。そして現在見られる様な元素が全て出来たわけであります。この反応は現在でも温度の高い星では続いて進行中であります。

この様な問題即ち元素の合成・太陽系の組成、更にそれを構成する星の組成及び夫々の星への元素の分配、星の形成後の変遷等が宇宙化学の取扱う問題と申せましょう。天文学、物理学、地質学・鉱物学と化学の境界領域に属するという事になります。

簡単に地球化学と宇宙化学の領域について御説明申し上げましたが、何かの御参考にでもなれば幸と存じます。