

が飽和せず土陸に餘裕があるのにもより、又土地が低濕で耕作し易いものにもよるであらう。

叙述は大分野洲川三角洲を隔つて日野川三角洲に接近して來た。何れより野洲川何れより日

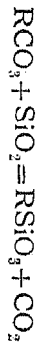
野川三角洲と明確なる區劃を附する事は勿論不可能であるが以上は假りに野洲川三角洲に關係した叙述と定め以下日野川三角洲に關する叙述を續ける事とする。(未完)(一九二六・九・八)

## 北米西部マ州に於ける接觸變質に就いて(下)

(ペンチ、エスコラ)

### 六、變質石灰岩

石灰岩は一般に炭酸石灰、炭酸苦土、石英等から出來てゐるが、稀に礬土、酸化鐵、加里等の粘土物を含んでゐる。斯る物質が表面近くから地中深く下降するとき一般に次の反應が起るものである。



此の化學式の右項が安定な化合物を作る極限溫度即ちこの化學系の變移點は壓力とともに増加す。 $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2$ なる反應に付てゴールドシュミット(V. M. Goldschmidt)

氏の計算した平衡曲線によれば平衡溫度は壓力と共に急激に増加する。

火成岩の接觸作用の様に同一の壓力且つ種々の溫度の下にあつてこれと接觸する石灰岩はその産状によつて反應溫度以上に在りしか否かを考へることが出来る。亦若しその時の壓力を知るときには當時の溫度を考察することも出来る。岩石の變質作用が三千氣壓以上即ち十籽米突以上の深さで行はれた場合はこの壓力に對する平衡溫度の變化は僅少である。

亦硅酸を含む石灰岩が變質するときその成分

鑛物は反應の溫度を示すものであるからこの意味に於いて石灰岩は地質寒暖計として用ひられる。

炭酸石灰と硅酸の混合物は三成分系であるから變移曲線の下方に於ける三相は硅酸、方解石、炭酸瓦斯、或は硅酸、方解石、石灰石とかなつて此の曲線の上方に於いては石灰石、炭酸瓦斯、方解石、或は石灰石、炭酸瓦斯、硅酸とよりなつてゐる。若し遊離炭酸瓦斯を欠く場合に硅酸が炭酸鹽以外の石灰と結合して作られる石灰石は安定であつて變移點以下に於いても形成せられるものであるから石灰石の產出はそれを含む岩石が變移溫度以上に熱せられたといふ證據にはならない。亦石英と方解石とが共に生ずるのは明にその溫度以上に熱せられない證據である。

炭酸瓦斯の分壓が溶液などによつて連続的に除去せられるときは此の變移溫度は著しく下降するものであつてこれは交代鑛床などの生成を引き起す場合もある。鑛物の生成は種々異なる

溫度で行はれるから實際の場合に於いては甚で複雑であつて特に循環溶液が多量の營質を含有するときなどは更に複雑である。

石灰、苦土の炭酸鹽類を有する岩石に於いては變質作用の結果生ずる硅酸鹽類は石灰苦土の硅酸鹽類或はその複鹽であつて炭酸苦土は炭酸石灰よりも低溫度に於いて硅酸と反應し各の硅酸鹽類は各自特有の平衡曲線を有するものである。此の考は實際に於いてフィンランドの寒武利亞紀以前の石灰岩の研究によつて確める事が出来たのである。即ち此の石灰岩は低溫度で變質して出来たものであることを示し石英、白雲石、鱗片狀雲母、綠簾石などを含有してゐる。

此の綠簾石も亦低溫度生成鑛物であると考へられる。此の低溫石灰岩の北西部に雲母、透角閃石、陽起石を含む石灰岩あり更に北西部に以上の鑛物の外、斜輝石、柱石、柘榴石などを含み最後に火成岩との接觸部には石灰石が他の硅酸鹽類と共に生じてゐる。此の變質石灰岩の產狀は明に石灰硅酸鹽類中石灰石が最高溫度で出來

るものであることを示してゐる。故に變質石灰岩を次の四つに區別して考へることが出来る。

一、石英石灰岩。石英と白雲石を含む。

二、透角閃石石灰岩。透角閃石、石英を含み白雲石を含まず。

三、透輝石石灰岩。透輝石、石英を含み、白雲石を含まず。

四、硅灰石石灰岩。硅灰石、石英を含み。但しこの石英は苦土硅酸鹽物を形成した残りの石英である。白雲石を含まず。

硅灰石は遊離炭酸瓦斯が存在しないときは變移温度以下に於いても安定なことは前に述べた通りでこれと同様に透輝石、透角閃石も炭酸鹽類と硅酸によつて作られる變移温度以下に於いても安定なものである。實際硅酸鹽類の生成後に於いては二酸化炭素は瓦斯體或は溶液として運び去られるから存在しない。たとひその反應が可逆的であつても削割作用によつて地表に近づき漸次冷却せられるときにはこの反應は可逆的ではない。此の事實は地質寒暖計として考へ

られる變質石灰岩の効用を増すものであつてこれによつてその當時の最高温度を考察することが出来る。

西部マ州の石灰岩は左の三つに區別せられる  
即ち

一、石英石灰岩 二、透角閃石石灰岩 三、透輝石石灰岩

此の地方に於いては花崗岩漿が石灰岩に及ぼした温度は硅灰石石灰岩を作るに充分ではなかつたのである。石英石灰岩は最も廣く分布し白雲石と石英を含み稀に微斜長石を含む。

透角閃石石灰岩も廣く分布し白雲石、透角閃石、少量の褐色雲母を含み石英を含まない。

これは透角閃石石灰岩を興へる温度壓力に關する平衡状態を知らしめるものである。透輝石石灰岩も普通であつてベツケット市附近のものは石英、透輝石を含み白雲石はその透輝石の生成の際すべて消費せられたものである。然しこの場合過剰の石英は尙存在してゐる。

透角閃石石灰岩と透輝石石灰岩とを形成する

その中間温度に於いて、硅酸及び炭酸鹽類より成る岩石が變質するときに、白雲石は次第に減少するものであつて最後にこれは白雲石化作用を引き起すものである。亦花崗岩或は片麻岩によつて圍まれる石灰岩は一般に方解石岩があるが硅酸苦土鹽類はその接觸部に生ずる。

このことは西部マ州の石灰岩に於いても明に認められる。

### 七、花崗岩漿及びペグマタイト岩漿による石灰岩の同化作用

#### 石灰岩の周圍に在る斜輝石片麻岩はその産狀から考へても明に石灰岩の同化作用によつて出來たものである。多量の石灰の含量を例外として一般に斜輝石片麻岩はその周圍にある普通の花崗片麻岩と殆ど同一の成分を有してゐる。酸性片麻岩中に苦土に富む斜輝石の出來るのを石灰岩の同化作用が局部的に起つた事を示し鐵化合物に富む輝石の生ずるのは同化作用後に、或る分體作用が行はれたことを示すものである。この兩者は縞狀片麻岩に見られる。

石灰岩の周圍に在る斜輝石片麻岩はその産狀から考へても明に石灰岩の同化作用によつて出來たものである。多量の石灰の含量を例外として一般に斜輝石片麻岩はその周圍にある普通の花崗片麻岩と殆ど同一の成分を有してゐる。酸性片麻岩中に苦土に富む斜輝石の出來るのを石灰岩の同化作用が局部的に起つた事を示し鐵化合物に富む輝石の生ずるのは同化作用後に、或る分體作用が行はれたことを示すものである。この兩者は縞狀片麻岩に見られる。

スカルンは硅酸と金屬化合物を含む岩漿が噴氣接觸作用によつて炭酸鹽類を交代して出來たものであつて此の際特別の場合と考へるのが至當である。斜輝石片麻岩は一部分は花崗岩漿による石灰岩の直接同化作用に起因し亦一部分は噴氣接觸作用によつて形成せられたスカルンの同化作用によつて出來たものである。片麻岩の縞狀構造は片麻岩の貫入と結晶作用とが、壓力と變動のもとに於いて生成せられたものである。一般に石灰岩の同化作用はこの機械的動力によつて大規模に行はれるものである。亦此の縞狀構造は必ずしも或る種の過變質作用による火成岩の注入の結果出來たものではない。全體の構造に於いて此の兩者は甚だしく異つてゐる。亦石灰地方の片麻岩、花崗岩と、明に石灰岩の同化作用によつて出來た斜輝石片麻岩、斜輝石花崗岩とは、肉眼的には殆ど差別のない場合もあるが然し石灰岩を貫入する花崗岩漿が必ずしもその石灰岩を同化するものとは限らない。例へばフィンランド西南部に於いては片麻岩質花崗

岩は石灰岩を貫入してゐるが石灰岩の同化作用によつて生ずべき斜輝石片麻岩は見られない。只石灰岩の周圍に於いて透輝石を見るのみであつてこの石灰岩は岩脈状をなしてゐる。亦フィランドの南部に廣く分布する花崗岩は石灰岩を横切り亦包含してゐるけれどもこの花崗岩はペグマタイト岩脈の外に斜輝石を含まない。此の花崗岩作用に對して石灰岩は強大な抵抗力を有し花崗岩漿によつて圍まれた場合に於いてすらも同化作用を示さない場合もある。只ペグマタイト或はアプライトによつてのみ石灰岩の同化作用が行はれるものである。亦ノールウエーグルスカ島では結晶石灰岩が片麻岩によつてとり圍まれ、其接觸部に在る斜輝石—灰曹長石岩は明に石灰岩の同化作用によつて出來たものであつてその構造、貫入状態及び激動中の凝固作用等は西部マ州に於けるものと酷似してゐる。花崗片麻岩の透輝石を含有するものが凝固した温度を知るときはその結晶作用の初まつた温度よりも多少高温度に於いて行はれた同化作用

北米西部マ州に於ける接觸變質に就て

の温度を考へることが出来る。此の結晶作用はある一定の壓力に於いて石英、白雲石、透輝石の三相點と石英、方解石、石灰石の三相點間の温度に於いて行はれたものである。亦片麻岩中に含まれる透輝石以外の鑛物の結晶作用が終る前に温度は急激に減少したものと思はれる。即ち片麻岩は曹長石と大粒の綠簾石を含みこの綠簾石は二次的のものではない。且つ加里長石はペルト構造を作らない。これは微斜長石が結晶するとき温度が低かつた事を示すものである。石灰岩が、或る時は同化せられ或る場合には同化せられないのは主に機械的條件によるものである。若し岩漿の貫入が褶曲造山作用と結び付くか亦はこの貫入岩漿が周圍の壓潰された岩石と混和するときには同化作用は著しく増進するものである。亦同化作用の強弱其の他は岩漿の物理化學的性質、揮發性分の濃度にも關係するものと思はれる。

上述の透輝石片麻岩及びこれに類する岩石は特種のものであつて一般に花崗岩によつて横切

られる石灰岩地方のペグマタイトのみに透輝石、榍石及び其の他石灰を含む硅酸鹽物が存在するものである。此等のペグマタイト岩脈は西部マ州に於いても普通に見られ且つ榍石の多量を含むことは特に注意を要するものである。フィン

ランド南部に於いても石灰岩の同化作用は花崗ペグマタイトのみによつて行はれ花崗岩の母岩漿中にては一般に行はれない。然しこの母岩漿中にて同化作用が行はれるときは前述の通り強力な機械的條件を必要とするものである。

石灰岩地方の花崗ペグマタイトが單にこれと交叉するのみで透輝石と榍石を生じ普通雲母ペグマタイトは石灰岩の外椽部に生ずる。亦ペグマタイトは石灰岩に對して種々異つた作用を呈し無數のペグマタイト岩脈中、或るものは斜輝石、榍石を生ずるが或るものはこれ等を含まない。

ペグマタイト中に於ける石灰岩の同化作用は何等高温を必要としない。ペグマタイトは母岩漿が凝固した後の殘留岩漿から晶出したもの

であつて同一ペグマタイトに於いてもアルファ石英とビエーター石英との共存するのは温度かペグマタイトの結晶作用中に於いて五七五度の變移點以下に降つたことを示すものである。

### 八、結 論

西部マ州に於ける花崗片麻岩の區域中には數層の石灰岩があつて片麻岩よりも古く、花崗岩漿に依つて接觸變質を與へられてゐる。この石灰岩附近に於いては片麻岩は斜輝石（透輝石—灰鐵輝石）榍石など多量の石灰硅酸鹽を含み明に花崗岩漿による石灰岩の同化作用で出來たものである。

花崗片麻岩は一般に縞狀構造を示し黒色、淡色が交替してゐる。この片麻岩中の黒雲母、斜角閃石、斜輝石等に含まれる苦土化合物の量は鐵化合物に比べて有色鹽物の總量の増加と共に増加し、同時に灰長石の量も増加してゐる。この片麻岩の縞帯は分體作用に於いて最初に分離したものである。結晶作用による分體作用は同化作用の後に於いて行はれたものであるが然し

石灰岩と直接に接觸する片麻岩は同化作用の直接結果出來たものでこれには鐵、苦土の割合と鹽基性との一定の關係はない。

種々の有色鑛物に於いて苦土と鐵との割合はある一定の關係あつて雲母は鐵化合物に最も富み斜輝石は最低である。此の鐵係數の變化は尙不明瞭な點もあるが結晶質岩石の重要な性質をあらはすものと考へられる。硅酸を含む石灰岩が變質する時には炭酸鹽類と硅酸との反應が起つて苦土、石灰の硅酸鹽類が形成せられる。石灰岩中に於いてその普通の隨伴硅酸鹽類中、硅灰石を形成する温度が最高であつて透輝石、透角閃石は夫々低温度にて生ずるものである。故に變質石灰岩を次の様に分けて考へることが出来る。即ち、一、硅灰石石灰岩、二、透輝石石灰岩、三、透角閃石石灰岩、四、石英石灰岩、の四つであつて此等は地質寒暖計として用ひられる。

マ州西部地方の石灰岩は硅灰石石灰岩の外三種類の變質石灰岩があつて之等の産狀は他の石

灰岩地方のものとよく一致してゐる。

貫入花崗岩を伴ふ石灰岩地方に於ける現象から見て、マ州西部地方の石灰岩の同化作用は必ずしも正規のものではなく花崗岩漿が褶曲、造山作用と關係して貫入した結果行はれた同化作用であつて一般にこの種の同化作用が大規模に起るのはこれ等の機械的條件に依るものである。亦花崗ペグマタイトに依る同化作用は高温度を必要とせず只石灰岩を横切る時に起る普通の現象である。(完)

(OnContact Phenomena between gneiss and Limestone in Western Massachusetts. by Pentti Eskola. (Journal of Geology. vol. 30, 1922.)

東北帝國大學理學部岩石礦物礦床學教室

山内 正 雄 譯