

地球 第十卷第四號

昭和三年十月一日

長石の識別法に就いて (二)

小川 琢治

三

前稿に述べた如く從來の長石の識別は大抵普通斜長石即ち曹灰長石に就いて二成分の同像混晶と考へた方法である。若し加里長石又はカーネギー長石の分子の相當の量が含まれた場合にはその比重、屈折率等に及ぼす影響を無視し難く、 An の百分率の見積り方が怪しくならざるを得ぬ。而して此の影響は、 Ab の含有量に相當するよりも兩者が低くなる傾向であるから、比重及び屈折率に據る二成分系とした斜長石の識別法で得た結果はその百分率より少からざること即ち低限を示すと解釋せねばならぬ。

是だけでも我々の最も簡單に行ひ得る方法に對して信頼し得る絶對的價值が疑はれる譯である上に、アルカリ性熔岩に産する長石中には時として礬土及び珪酸の過剰を三分子以外に固融状態を成して含有する場合がある。我々の有する一例は咸鏡北道明川郡木津から伊藤理學士の採集された長石で、黃柱石かと疑はれる水明 *waserklar* の外觀に相應して礬土の著しく多い變種たることが

分析の結果に現はれてゐる。礬土及び珪酸の過剰及び缺陷が如何なる影響を長石の箇々の物理性に及ぼすかといふことが未だ確かに知れない状態に在るから、是も識別の正確を期待し難き一つの因子に相違ない。

此の兩者の多量が含まれる場合は稀であるから必しも常に考慮に入れる必要はないとしても、加里長石分子の含有の普通にして時として相當の比率に達するはデルター氏の Handbuch に載せた分析表を一瞥して明かである。故に化学成分の正確に知れた斜長石に就いて箇々の物理性を十分に調べて加里の影響を見積る標尺を定めねば長石の正確な識別法を樹立することは出来ぬことは多言を要せぬ。

此の如く三成分系として長石を取扱ひ、箇々の成分に對する物理性を三角圖式にプロットした曲線により示さんとするには從來慣用の An の百分率を指數に取ることは適當でない。何となれば An 100 の三角頂點を含む兩邊の内、Ab 100 と結び付ける一邊は連續した同像混合體が成立するが、Or と結び付ける他邊には此の如き連續的混晶の存在せぬといふ間隙がある。之に反して Or と Ab との間にチャルマク氏が嘗て認めた如き種々の混合體の連續があるから、三成分系として示す場合には Ab の頂點の兩邊を取りつ Ab An と Ab Or 兩直線上に純粹の兩成分系の各性質をプロットし、三成分系の諸種に就きその成分上の位置に従ひ各性質をプロットし、然る後に等距曲線を描く順序を経て初めて箇々の種類を識別する完全な三角圖式が得られる。

此の圖式の第一邊は現に曹灰長石の諸性質に關する諸家の研究成績により殆んど正確に示され得

るから、我々の現に必要なはその第二邊即ち $Orth$ 二成分系の長石と看做し得べきものに關する同様の研究成績であつて、三成分系の諸種は此の邊の確定後に初めて其の間にプロットし得る譯である。故に現在及び將來の長石識別に關する研究の第一歩は正確なる化學成分の知れたアルカリ長石の物理性の決定から始めるべきである。

四

此の研究は化學成分が基礎となるのであるから、正確なる定量分析が第一に必要となり、この要件を充す爲めには純粹なる試料を得ることがまた之に伴ふて必要である。フーケ氏の研究に當り行つた如く重液により一定限界の比重の長石だけを分離することは比重の測定を兼ねる便利がある。又た粉碎した火山岩の長石の場合には重液分離法により同一の岩石に含まれた異種長石の分量とその上下の限界をも同時に知ることも出来る。即ち一舉三得の良法である。

次は分離した一定比重の長石粒の屈折率の測定が必要である。アルカリ長石の比重は前に述べた如く純粹の加里長石と曹達長石との差が〇、一に達せぬし、分離し得る限界は〇、〇一内外なるに對し、屈折率の方は坪井博士の創案した分散法により〇、〇〇〇二位まで精密に測定し得られるから、浸漬法により等分線に直角な位置の晶片の三つの主軸の屈折率を測定し、この比重限界内に含まれた異つた長石の屈折率のレンジを知らねばならぬ。

分離した長石の晶片が二乃至三耗以上に達するならば之と同時に底面と短軸面との間の角度を反

射測角器で測定すべきである。獨自照準法で測定すればその讀みは一分で、二分以上の誤差は起らぬから、加里の含有に因る直角からの歪みの減少は明かに測角器の讀みに感じ、三成分系の場合に有効なる加里存在の検査法となる。造岩鑛物としての長石の結晶は普通の鑛物標本の如く必しも完全な形狀を成した大粒でなくとも三耗以上もあつて兩劈開面に光澤があるものならば測角の目的に適し、斑晶を有する火山岩の崩壊した土砂を流し出した細流に於て採集する機會があるから、之れに要する材料は容易に得られる。

造岩鑛物としての長石の測角は餘り注意されてゐないが、フュース製測角器第二號を具へた研究室に於て標本に就き先づ此の測定を試みてから他の識別法に進めば、比重測定用の重液及び屈折率測定用の浸漬劑の調合に當り大體所要の見當が先づく便利がある。

尚ほ又た劈開面の消光位を測定するに當つて、シュスター氏の定めた正負の方向が必しも明かならぬ場合でも測角の結果を參考すれば疑惑が起らぬ。

原口(九萬)理學士の最近濟州島漢聖山頂の玄武岩の崩壊した砂中の長石に就いて試みた成績は未だ化學成分を決定するまでに研究が進行してはゐぬが、フーケ、レブキ、兩氏の方法にて薄片中に出る等分線に直角なる斷面の消光により決定した所も、自分のフエドロフ氏の方法で測定した所も共に A_n 約六〇の拉長石と看做され、而かも P M 間の角度は A_n の遙かに少い斜長石に一致するを認め、又た岩石から取り出した結晶の測角では約五五パーセントに相當するを認めた。此の差異は前者は外部を包む酸性の部分で後者は内部の基性の部分である爲めと想はれ、後者の正しいこと

は疑ないが、それでも或は約五パーセントに相當する開きあるらしく、此のアルカリ火山岩中の斜長石の加里含有の嫌疑が倍濃厚となつた譯である。

此の經驗は造岩鑛物としての長石識別法中測角法 Goniometry が第一步として頗る有効なるを示し、此の方法の從來殆んど全く無視されてゐるのは寧ろ顯微鏡のみを偏重する傾向の招いた缺陷とせざるを得ぬ。

造岩鑛物の屈折率は坪井博士の測定法が簡捷であるが、粉碎した結晶に就いて行ふのであるから、薄片中に出る他の光學性を調べる結晶と同じものか否かが十分判然たらぬから、我々は薄片の顯微鏡的檢察を了つた上で此の測定に進む方が更に的確であると信ずる。故に之を後に譲り普通顯微鏡で長石の光學性を調べる方を先づ述べる。

五

普通顯微鏡を使用して結晶の光學性を調べるに當り第一は平行光で結晶の外形、劈開及び雙晶を觀察すると同時にその消光位及び複屈折の強さに注意する。之に關する詳細は茲に之を省くとして特に注意すべきは最後の複屈折の強弱である。Al₂O₃含有量の少い斜長石で加里含有の相當あるものは複屈折が著しく弱きを普通とする。此の現象は(一)の第一等分線に直角に近い斷面に於て特に著しく現はれ、光軸角の小さい即ち

$$\tan V = \sqrt{\frac{n_g - n_m}{n_m - n_p}}$$

の小さい時に起き得るは言ふまでもないが、Vが三十度乃至十五度の間を往來し、之を換言すれば

$$n_g - n_m : n_m - n_p \parallel 1:4 \text{ 乃至 } 1:6$$

に近いのに關らず、殆んど單軸結晶の如く見える位に複屈折の小さいといふことは $n_g - n_p$ も著しく小さいと考へねばならぬ。

此の事實は昨年五月富田理學士の公にされた信濃木崎湖西のアルカリ性斑岩標本(本間理學採集)の月長石をフエドローフ氏の方法で調べて之を認め、君塚理學士の浸漬法で測定した複屈折 $n_g - n_p$ は〇、〇〇一弱であつたから略ぼ確かと信ぜられる。

之を換言すれば $\Delta\alpha$ の外に O_r の分子が混在する少斜長石ではその光軸角に現はれる負性が著しくなると同時に、より以上に複屈折の絶對値も減少するものらしく、従つて平行光で見た時に外皮が複屈折相當に強く内部が著しく弱い斜長石の斷面は相當の加里含有量がある徴候としてよいと信ぜられる。

而して此の場合に第一等分線に直角なる斷面に於ける消光位は普通の薄片の厚さでは明暗の差が餘り小さい爲めに不明となり、ベルTRAN氏接眼鏡を用ゐても正確なる測定が出来にくくなる傾向が起る。故にバビネ氏補整器の如きものを使用して薄片中の石英又は他の斜長石定位斷面の複屈折と比較して強弱の程度を見積る方法が有効な手段となる譯である。

此の如き場合の消光位及び對稱面の位置を決定するには收斂光により干涉像を見るのが頗る便利である。此の方法はアルカリ長石の檢出に當り、光軸角が二つとも視野に現はれる場合が可能である爲めに、顯微鏡下に差長石及び非正長石を斜長石と區別する殆んど唯一の捷徑であつた。平行光で石膏板を用ゐて決定し得るのは二つの消光位の ρ_1 と ρ_2 との關係に止るが、是によれば光軸面と之に直角なる ρ_3 との位置が屢判知され、尙ほ都合のよい斷面では光軸角の測定も出来る。故に加里含有の如何を推知する普通顯微鏡下の檢察には收斂光の使用の簡捷なる裝置あるものに據らねばならぬ。

前稿に述べた如くデュバルク、ラインハルト兩氏はフーケ氏の方法をフエドロフ氏方法より得た種々の雙晶を伴ふ場合に擴延したから、普通斜長石の決定が從來よりも遙かに正確となつた。從來の白長石式雙晶片にカールスバード式晶片を伴ふ雙晶對稱面に直角なる斷面に對するレブナー氏の對稱消光に依る方法を行ふに當り、屢出會ふ所の障害が(010)面を接合面としたカールスバード式以外の他の晶片との區別がつかぬ爲めに起つたが、今や是は障害とならずして却つてその消光位を利用し得ることになつたのである。故にレブナー氏の對稱消光法に比して、三對稱軸及び二光軸に直角なる斷面を檢出して、他の雙晶片の消光位をも參考に供するデュバルク、ラインハルト兩氏の新案の方が普通顯微鏡を使用する場合に於ける一層確かな斜長石の識別法である。

加里を含む斜長石の場合には此の方法を用ゐて得た An の百分率と光學性の正負及び光軸角の大きさが合致せぬらしい。純粹の曹達石灰二成分系の光軸角を示す V_{11} の横坐標軸の上下に波

狀を描く正弦様の曲線の之との切合ふ位置を觀るに、此の如き場合には移動して(+)の筈の成分に對して(一)となつたり、又た同じく(一)にしてVが四〇度以下に小さくなつたりする様である。但し收斂光による方法では光軸角を讀み取ることが好都合の場合に限られて、何時も可能でないといふ缺點が絶えず感ぜられる。是はフエドロフ氏の方法に待つ外はないから、次にこの方法を述べる。

六

フエドロフ氏 創案の經緯鏡臺の原理は前稿に略説した如く鏡臺を水平の位置から傾けて結晶の任意斷面に含まれた劈開面、對稱面軸及び光軸の測定を可能ならしめた。現在(一)フエース(ライス氏)社製經緯顯微鏡及び(二)ライツ、キンケル兩社製大形經緯鏡臺の二種が製造されて、普通形薄片(約 30×50 耗)をそのまゝ鏡臺上に載せて回轉し得ることとなり、フエドロフ氏創製當時の硝子小圓板に結晶斷面を膠着して使用せねばならぬ不便が除かれて、岩石薄片に就き直ちにその中の長石を調べ得る様になつた。

ライス氏の考案に係る前者(一)はフエドロフ氏方法専用の顯微鏡であり、後者は大形普通顯微鏡に附屬器械とした裝置であるが、目下我々の使用しつゝあるは(一)の方で(二)の如く兼用は出來ぬが、専用なる爲めに取り外づしの手數を要せぬ便利がある。此の兩者何れも薄片を載せた内環が二重になりその水平に回轉するN環とH軸による傾斜とが出來る上に、其の外部に水平に回轉するM軸及びJ軸による傾斜も出來る。經緯顯微鏡では此のJ軸が固定してゐるが、取り外づし得る經緯

鏡臺では此の裝置全體を更に普通鏡臺に載せるから、後者の水平回轉が尙ほ此の外に出来る譯である。ライス器械にはこの最後の回轉の代りに上下ニホルの同時に一八〇度だけ回轉し得られる裝置が附屬してゐる。

我々の使用した經驗によれば水平回轉による n と傾斜 h とにより結晶斷面に含まれた對稱面を模索する作業は不慣れの間は頗る頼りない感が起るも、熟練すれば容易に出來て、之を平射圖にプロットしつゝ、讀みの誤差を修正し得るから、對稱面軸及び光軸の決定は左まで時間と勞力とを費やさずに出来る。

經緯鏡臺の使用の第一印象は初めて岩石薄片を顯微鏡下に窺つて鑛物斷面の光學上の種々の性質が想像以上に鮮やかに見えることを覺ると同じ程度に、斷面の傾斜により水平回轉のみにより到底知れない種々の構造が知れる點が尤も顯著である。即ち斷面の位置の關係で見えにくい雙晶片の累層や、微斜長石や白長石ベリクン兩雙晶の格子などが立體として現はれ、帶狀構造が判然となり、柘木狀の雙晶のブツ違つてゐる具合があり／＼と見えるなど一々筆にし難い。

然れどもその根本的重要は對稱面軸光軸と劈開及び、雙晶面との位置の關係が立體として決定される點に在るはいふまでもなく、是により闡明される所は從來の識別法には全く望み得ないものがある。

我々の前に指摘した如く多くの場合に光軸角を測定し得ることはその一つである。此の測定は都合の好い場合でVの誤差約二度以上には上らぬに關らず而かも斜長石の雙晶片一對の間の差が五度

以上に達するものが發見され、形態上雙晶たることが明なものに兩晶片の化學成分が均一ならぬ場合が屢起る。此の事實はベレク氏の注意した所で、氏は之を「雙晶を造らんとする努力」*das Streben nach Zwillingbildung* といつてよいと考へた。我々の経験では、兩晶片の光軸角の等くないものが頗る頻繁に存在するらしく、寧ろ正式の雙晶と此の如きものとを區別して、等價 *Equivalent* と不等 *Inequivalent* との二種とすべきと信ずる。

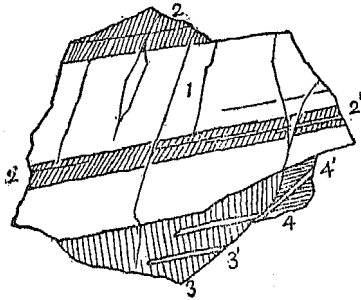
アルカリ長石のパーサイト構造の場合は固結後の温度の變化に伴ひ離晶作用が起る結果であるから、その雙晶成生作用は第二次的變化としてよいと想はれるが、普通の白長石式、カールスバード式等の雙晶の兩片が互に成分を異にするのは岩漿中に結晶が起る時に既に多少異つたものが相並んで成長し、岩漿から各同成分の分子を引き寄せる一種の選取的聚合が行はれるのでないかと疑はれる。我々は今此の如き雙晶の成因に關して的確なる解釋を加へ能はぬが、從來周知の帶狀構造以外に雙晶の場合にも結晶を構成する物質の不均一なることが、此の方法により明かとなつた譯である。

之を要するに斜長石の箇々の雙晶片が互に多少成分を異にすることがあるといふことはその識別に當り先づ考慮に入れねばならぬ。

第二は箇々の雙晶片の對稱面軸の位置を看出すことにより、その相互の關係から雙晶の型式及び雙晶面及び軸と對稱軸との位置の關係を決定して、*Al₂O₃* の百分率を知る途が開けたことである。

諸種の雙晶の中白長石、ベリクリン兩型式だけは普通顯微鏡下に容易に認知し得るが、カールスバード及び之に類似する雙晶が頗る多様で、之を區別することは殆んど出来ない。此等は何れも接

第一圖



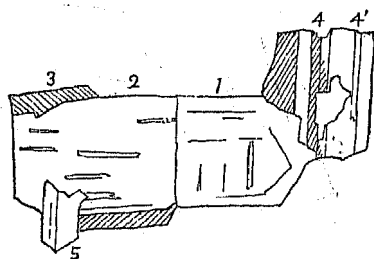
長石の識別法に就いて

合面に直角なる雙晶軸を有せぬもので、兩者の關係を決定することはフエドロフ氏の方法を除いては不可能である。パプエノ雙晶の如きも底面と短軸面とに同時に直角なる前後の方向を横斷した斷面の場合に限り、雙晶面の痕跡が兩面隅角の對角線を成し、兩劈開が之に斜交する爲めに容易に認められるが、兩面の隅角を含む斷面即ちa軸に並走する斷面では兩劈開の痕跡が雙晶縫線に並走し、マネバッハ雙晶との區別が判然たらぬ。

我々の短い經驗により知り得た所では普通斜長石の斷面中に白長石式聯晶の縫線に略ぼ平行する雙晶片中にはマネバッハ、パプエノ兩型式に屬するものが相當に多い。上圖に示す斜長石は大和室生山北方の玻璃質石英安山岩中に出るもので、1と2とは白長石式雙晶片なるも、3と3'とから成るものは1に對しパプエノ式雙晶を成し、4及び4'は3とマネバッハ雙晶を成してゐるらしい。4は晶片が小さく且つ視野の中心から遠い關係で測定が十分正確でない。尙ほ又た此の場合に12と33'との兩結晶の成分(四五と五五)に約一〇パーセントの開きがあつて3の方が基性らしい。

第二は溫泉火山絹笠山頂上の角閃安山岩中の斜長石の斷面で、1と2は短軸面で、接合し雙晶軸は此の面に含まれたカルスバード雙晶に類似するもので、デュバルク、ベ

第 二 圖



レタ兩氏の

$\frac{1}{(010)} \frac{[100]}{(010)}$ Ala B 又は Estereel

といふ型式に屬し、此の(010)の面と1及び2兩雙晶片の對稱軸との位置の關係から1は五〇以上2は四五以下の成分を有するらしく、1と4との關係は判然たらぬが、複雑雙晶の一なる

$\frac{1}{(001)} \frac{[010]}{(001)}$ Manebach-clineA (Scopi)

である如く、又た2と5との關係は測定の精密を缺くも多分ト[100]即ちXである如く、終にカールスバード雙晶が看出されぬのは頗る意外の感を起さざるを得なんだ。

此の測定から見積れば4が最も基性でAn六〇に近い拉長石、1は安拉長石2は基性安長石らしく、晶體の最も大きい2が豫想に反してAnの含有量が少く、而して光軸角Vも亦た2が(±)四五度、1が(+)四三度、5が四〇度、4が(+)三九度であつて、Anの増加に従ひ光軸が μ_x から μ_y の方へ移動する事實が認められた。

アルカリ長石の識別には非正長石が(-)六〇度以下の光軸角を有することが他の長石とを區別する最も顯著なる特性と考へられてゐる。フェドロフ氏經緯鏡臺の使用は此の場合に大に役立ち前に

述べた對稱面の決定に當り光軸面が三四十度までの傾斜を有する時には大抵その一つの位置は發見され、光軸の傾斜が餘り大きくない場合には約二度まで正確に讀める。兩等分線の二は此の場合に必ず決定されて、兩者の間の角度の誤差は五度以上に達せぬ。之を換言すれば光軸角の讀みは微尺接眼鏡の讀みと同一又はより以上の確さを有し、而して收斂光を用ゐる時の如く光軸面が殆んど鏡筒の垂直線に一致せぬもので測定し得られるからその範圍は遙かに廣い。

我々の實驗に供した材料は室生山の玻瓈質石英安山岩、咸鏡北道のアルカリ石英粗面岩及び粗面岩、馬山及び東萊の所謂馬山岩、江原道福溪北辰山、吉州附近の霞石閃長岩及びアルカリ花崗岩等であるが、その中我々の經驗した注意すべき點を擧ぐれば、その一は同一の火成岩中にアルカリ長石の光軸角は約 $(+)$ 八〇度の白長石から差長石の $(-)$ 〇〇度に至る中間に位する種々の角度を有て、光軸角から見ても、 Ab の含有量に頗る著しい變化があるべく察せられることである。而して此の關係は火山岩及び脈岩に於て特に顯著である。

その一例は信濃木崎湖の月長石斑岩中の長石である。富田理學士の報告に論及せられなんだ所の光軸角の關係が頗る面白く、薄片中の乳青の映光^{オパレス}を示すものの、光軸角を觀るに2Vは $(-)$ 五五度から七〇度に往來し、その他の小形斜長石では $(-)$ 七〇度以上 $(+)$ 九〇度を経て $(+)$ 七〇度位までの變化があつて、その中には白長石式聯晶構造の明瞭なるものが頗る多い。蓋し是は加里石灰兩分子の含有に伴ひ純粹白長石 Ab_{100} から百分率の減少に伴ひ光軸の位置が $(-)$ 等分線に移動し、加里含有量が石灰より多い關係でその變化が普通少斜長石や安長石に比して遙かに著大なるを示すと

解すべきであらう。

此等の光軸角の讀める諸種の斷面で (010) (001) (021) 等の劈開面を決定し得るものに就き、デュバルク、ベレンク兩氏の ρ_{11} を中心とし ρ_{12} を横軸とし ρ_{13} を縦軸とした平射圖上に此等の面の極を記入すれば、その中の九〇度に近いものに明かに Ab_{10} から Ab_{30} 及び Ab_{50} に引いた直線に近い曲線の延長に落ちるものが認められる。是から察すれば純粹の加曹長石に就いて白長石からの Ab の減少に伴ふ結晶面の極の移動を示す曲線を曹灰長石の曲線の延長に造り、アルカリ長石を二成分系の混晶と看做した圖式に示し得る如く見える。

現在では成分の知れた結晶に就いて測定した成績がないが、試みに面極の移動の徑路を想像すれば、 ρ_{11} を中心とし ρ_{12} を横軸として平射圖上に示す如く、加曹長石の Ab_0 即ち差長石の場合に曹灰長石の Ab_{50} (少斜長石) と近い位置を占めるかと想像される。

光軸角はフーケ氏(一八九四年)の研究によれば頗る區々で、その加里曹達石灰の含有量との關係は判然たらずして、固結前後の溫度により頗る著しい變化が起るかの疑がある。然れども木崎湖畔の月長石の如く同一岩石中に於いて光學的位置と光軸角とが相伴ふものに在つては溫度の影響よりも主として加里と曹達との比率に左右されるらしく、此の推定に従へば曹達の減少約二五パーセントまでの間に既に九〇度を通過して(一)六〇乃至五〇度に達するのでないかと想はれる。

木崎湖月長石の化學成分は、目下分析試驗中であるから、近日その成績の知れた上で更に此の點に就き再説する積りである。

之を要するに今舉げた例からは未だ的確に把持し得る所は或はないかも知れぬが、フエドロフ氏の方法により研究を繼續せば漠然たる非正長石なる名稱の中に含まれたアルカリ長石の光學上の性質に關して將來闡明されるべき所多きは明かである。

六甲山地の形成

本間不二男
君塚康次郎

一、位置及地形

六甲山地は播磨國鹽谷の海濱に端を發す。始めは幅狭く凡一料に過ぎざれども東北に進むに従ひ漸次之れを増す。其の西南部に於ては第三紀層によりて西を蔽はるゝも山梁は皆花崗岩よりなり、先づ西須磨の西方なる鐵拐山(二三七、三)に始り高倉山(二九一、五)再度山(四六三、二)摩耶山(六九八、六)石楠花山(六五二、八)に至るに従つて高距を増し、東々北走して西六甲山(八〇二、五)より東六甲山(九三二、四)に於いて極點に達し石寶殿(八七二、一)檜ヶ峰(四六〇、六)を経て北東端武庫川にて没する迄凡そ五十料なり。

六甲山梁中央部の北側には愛宕山(八八三、五)湯槽山(七九八)射場山(六九〇)落葉山(五三三、