

地球 第十卷第六號

昭和三年十二月一日

長石の識別法に就いて (四)

小川 琢 治

一〇

經緯鏡臺を使用して前に述べた方法により結晶断面の對稱面とその軸との位置を決定して之を平射圖に記入したならば、之を基礎としてその成分を識別するには、この任意断面に現はれた劈開面及び雙晶面の位置をも記入して之と此等の光學的要素との關係を知ることが出来る。その第一は

(一) 光軸と對稱軸との位置の關係にして是は得た平射圖上で直に知れてゐる。即ち n_g 、 n_p 兩軸を含む光軸面の大圓を左右に走る網圖の子午線の方向に重ねて、その上で兩對稱軸と光軸との間の角度を讀めば V の値が決定され、その \pm よりも小さい方を二倍して $2V$ を得べく、之と同時に (正) か (負) かも決定される。

此の角度は圖上にて一度まで讀めるから、最初の對稱面及び光軸の測定も二度以内の誤差しかない程度まで精密であつたとすれば光軸角誤差の最大値が五度以上にならぬ。故に $2V$ が直角の場合を除いては大抵 (十) か (一) かが正確に知れる。

長石の識別法に就いて

三五

一

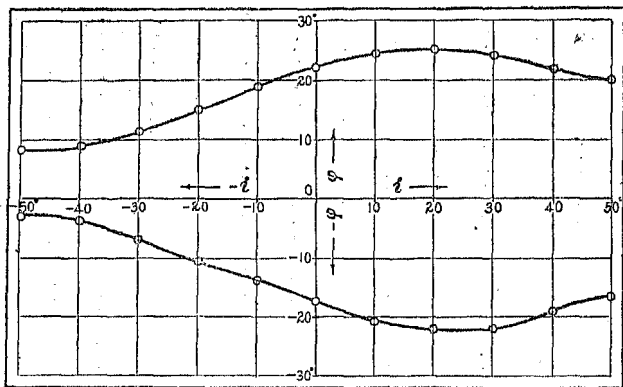
前に述べた如く斜長石の相對する兩雙晶片の光軸角は屢十度位の相異を呈することがある。此の如き場合は兩片の成分が互に多少異なるものと推定される。此の事實はペレク氏の既に注意した所で、從來の普通顯微鏡による検査では窺知し得ない所であつた。尙ほ又た純粹二成分系に近い斜長石の測定結果は(十)(一)共に約七五度以下のものはないが、我々の測定した斜長石中には七〇度以下に降るものを時々發見する。特に少斜長石の(一)の場合に之を見るのは非正長石に近い加里長石分子の混在を想はしめるものである。

斜長石の光軸角は白長石の(十)から少長石の(一)、安長石、拉長石の(十)を経て、培長石、歪長石の(一)に至る間に三たび九〇度を通過する正弦狀の曲線を描いて變化する。故に光軸角とその正負の性質のみにより成分を決定することは出來ぬ。然ども他の要素と相參照してその決定の誤謬を避けるには有力であるから、先づ之を確かめてから他の要素の考察に移るのが順序として正當である。

(二)短軸面(010)に直角なる位置に於ける最大消光角の測定も亦たペレク氏の注意した所で、ペ氏は之を雙晶面による決定の後へ廻したが、我々は他の方法よりも先きに行ふ方が考察の順序として適當ならんと信する。

是は前に述べた白長石式雙晶片を發見し、(010)の位置を精密に確かめた時に直ちに行ひ得る。カールスバート式又はアクラインA(エステレル)式の如く(010)を接合面とする他の雙晶に於ても、この面が精密に確かめられるものでは同じく最大消光角を測定し得る。然れども白長石式雙晶の如く兩晶片が對稱的位置で同時に最大値に達せぬから、丁軸の回轉により別々に之を測定せねばな

此の測定の仕方は左の如くする。劈開面又は雙晶接合面の n に従ひ寫紙を回轉して網圖の子午線と面とを一致せしめ、次に h だけ H 軸を回轉して面を垂直の位置に來らしめ、 J 軸の讀みの零度の



長石の識別法に就いて

處で先づ晶片の一方の消光角を讀む（甲種器械では上下ニユルの同時回轉により、乙種では下の鏡臺の回轉により）次に左及び右に一〇度づゝ J 軸を回轉して同晶片の消光角を讀み、この角度 ϕ を縦坐標、 J にて讀んだ角 i を横坐標として方眼紙上に記入すれば、その一例は左に示す如き圖式となる。

此の斜長石は大室山北麓矢川村畑の玻璃質石英安山岩に含まれた斑晶で白長石式雙晶片 1 2 から成るものに、更にカールスバード式に類似したる 3 4 の晶片が附隨するものである。此の 1 は上 2、は下に示す對稱消光を呈す。 i が二〇度前後で最大消光を現はし、その角度は 1 は二五度、2 は二二度である。

ペルク氏の附圖第五の曲線によりその $A_n\%$ を求むれば、1 は四六%、2 は四二%となる。而して 1 は光軸角四五度、2 は（一）四四度で 2 の方が少しく $A_n\%$ の低いことが察せられ、同第二の曲線によれば三七・五%と三五・五%となる。雙晶の例と

して後に示す如く、12の(010)面の極及び白長石式雙晶極の位置からベ氏の圖式第三に對照すれば此の斜長石は約四二%となり、1と3及び2と3との雙晶極の位置からは四七%及び四八%となる。即ち此の例は光軸角の指示する所に比して他の要素により決定した結果の方が七%以上 A_n が多いことになる。

此の消光角は ρ_p の方向と(010)との間の角度であるから、甲種ならば消光位を示すニホルの位置から左右各四十五度にニホルを回轉して、此の方向の n'_n か n'_p を石膏板にて決定するか、又は寫紙の上にて ρ_p の方向を調べて、然る後にニホルで讀んだ角度が ϕ か ϕ_0 かも確める必要がある。尙ほ注意せねばならぬことは ϕ が一入度以下の時には0%の白長石と三八%の安長石との間に含まれることで、此の場合には前に得た $2V$ とその正負との關係から ϕ の零度に對する二二%よりも%の少いものかそれより多いものかを區別すればよい譯である。

第二の雙晶片に就き同じ測定を行ひ、若し最大値が等しくて、その i の位置も同一ならば成分の等しい白長石式雙晶であるが、 i の同じ位置で最大値が第一よりも大か小ならば成分に相異なることになる。又た白長石式以外の雙晶ならば第二晶片は i の異つた位置で最大値を示すべく、成分の相異は判然たらぬが、最大値が等しければ成分も亦略ぼ等しいことは推知し得られる。

經緯鏡臺使用の擅長は此の場合にも明かに認められる。普通鏡臺では多數の結晶断面の中で對稱消光角を現はすものを選択し、その中で最大値を求めるのである。結晶の大小により多少成分が異り得るから、此の如き場合の最大値なるものは甚だ怪しい。然るに我々は任意の断面を殆んど正しく

(010)に直角なる位置に置いて、且つ之を最大値を示す位置まで回轉し得るのであるから、此の如き疑惑は一切起らぬ。之と複屈折の正負とを参照すれば二成分系の斜長石の A_n の % は先づ間違なく決定されることになる。故にミシエル・レプキエ氏が初めて提案した對稱消光角による斜長石の決定は經緯鏡臺の使用によりその價値を發揮した譯である。

翻つて考ふるに此の方法は結晶斷面の三對稱面の(001)(010)兩劈開面に對する空間的關係を明かに示し得るのであるから、普通顯微鏡にて結晶斷面の平面のみを考へる場合と趣が異つてゐる。故に今述べた如く消光角を目安として決定するよりも寧ろ光軸面の(010)面と成す空間的角度として考へる方が妥當である。(010)面及び對稱面の位置が正しく決定されてその平射圖が出来たならば、圖上で此の關係を求めることは容易である。この圖上の作業は左の如くすればよい。

寫紙を網圖の上に重ね、(010)面の大圓と光軸面との交叉點が赤道に來るまで、之を回轉し、この位置で交叉點の λ を讀み、此の角度だけ凡ての點を各々の緯線にて交叉點を中心到來らしめるに必要なる λ の角度だけ取ればよい。此の回轉により對稱軸の基圓外に出るものは殘餘の角度だけ反對の象限の同じ緯線上に取らねばならぬ。即ち右上の象限で三〇度回轉するとして對稱軸の λ が七〇度なれば一〇度だけ基圓外に出る譯で、左下象限の同じ緯度の小圓上で基圓から一〇度の處に記入するのである。

此の如くすれば光軸面と(010)との兩大圓は中心に於いて交叉する基圓の直徑となり、その間の角度は網圖基圓の度盛りで直ちに讀める。

此の測定は(001)劈開面が正確に認め難い場合にも可能である。若し兩者を同時に正確に測定し得る場合には第三の平射圖を作製し、

(三)(001)(010)兩面に直角なる斷面と三對稱面との關係を明示することが可能となる。是は普通顯微鏡に於いて兩劈開面が九〇度内外の交叉を成すのを利用して消光角を測定する場合に相當する。我々の平射圖には此の關係は光軸面の極と交叉點との間の角度として現はれて來る。是は作製した任意斷面の平射圖上に於いて直ちに測定することが出来る。その方法は左の如し。

最初の寫紙に示す交叉點と n_m 對稱軸とを同一の子午線上に來るまで網圖上にて回轉し、兩點間の角度を讀めばよい。若し此の角度が九〇度以上ならばその補角を取らねばならぬ。

之を別のエビニールに寫し換へるには、先づ三對稱軸兩光軸及び兩劈開面の極及び交叉點を寫紙に寫し取り、次に之を網圖に重ね、(010)の極を左右に走る中央子午線上に置き、此の大圓上の交叉點の λ と ϕ とを讀み、之に相當するだけ凡ての點の同じ回轉により移動した位置を求め、對稱軸の二つを通ずる大圓を描くのである。

此の如くして得た新エビニールはデュバルク氏第十三版に示した $P(001)_c(010)$ 稜に直角なる平射圖に該當し、(001)(010)兩直徑を之に重ねて、對稱軸及び光軸の位置がその各の移動する徑路に照合して A_m の $\%$ を決定することが出来る。但し我々のエビニールは斷面の方向によりデュ氏の示した位置に一致せぬ場合があるから、寫紙を裏返して重ねばならぬことは注意せねばならぬ。

(四)底面及び短軸面に對する光學的要素の關係も亦た劈開面の都合よく見える斷面ならば(三)の場合

と同様に各新らしいエビュールに描示し得る。

その方法は大體前と同じく底面の極を赤道上に置き、中心からの λ を讀み、此の角度に従ひ凡その點を各の緯線上で移動した位置に移して記入し、然る後に對稱軸の二つづゝを通ずる大圈を描けばよい。

デュバルク氏の八種斜長石の平射圖は(010)(100)稜即ちC軸に直角なる平面を基圓としたものであるから、此の如くして得たエビュールはそのまゝ照合する途がない。然れども第十一版に載せた(010)(100)稜に直角なる圖式に示した底面の極を中心に移した平射圖を作製することは容易に出来るから、豫め之を作製して之に照合すればよい譯である。

短軸面(010)を基圓として光學的要素の平射圖も亦た之と同じく、測定して得た任意斷面に現はれた(010)劈開面の極を中心に移し、他の光學的要素を之に相應する位置に移せばよい。是もデュバルク氏の第十二版に示した(001)(100)稜に直角なる平射圖と四度弱の相異があるから、新たに作製して照合する外ない。

此の三種のエビュールを作製すれば任意斷面に於いて測定した結果から二つの劈開片及び此の兩面に直角なる斷面に於ける光學要素が完全に圖示せられる。一つの火成岩中に含まれた斜長石の斷面數箇を取り、此の手續を繰り返してその各箇の成分に相當する光學要素の位置を二つのエビュールに示せば、火成岩の固結作用の進行中に、之に含まれた斜長石の成分の變化した過程が明かになる。

一

斜長石は三斜晶系に屬すから、全く結晶形像に現はれる對稱面を缺き、唯對稱中心あるのみであるから、一八〇度の回轉により生ずる半回轉雙晶 Hemitropic Twin しか出來ない。此の回轉軸を雙晶軸と呼び、之に直角なる平面を雙晶面と呼ぶ。その簡單なる場合は一定の結晶面が雙晶面を成し接合面も亦た此の面であるもので、之を法的雙晶 Normal twins と呼ぶ。之を詳言すれば面に直角なる雙晶式 Flächennormalgesetz である。

第二は平行雙晶 Parallel Twin と呼ぶもので、雙晶軸は或る結晶面間の稜に平行するもの、即ち帶軸雙晶式 Zonenschengesetz 又は稜に平行する雙晶式 Kantenparallelgesetz ともいふ。此の場合に雙晶面は稜に直角なるも結晶面でなく、接合面は此の稜の帶面の一で、多くは比較的簡單な結晶面で接合してゐる。即ち平行雙晶では大抵雙晶軸は接合面に含まれてゐる。

第三は複雑雙晶 Complex Twins と呼び、第一と第二の雙晶式の組合つたものである。即ち1'と1'とが法的雙晶を成し、1'と2'とが平行雙晶を成した場合の1'と2'との關係で、而かも此の1'が必しも存在せぬ時に之を複雑雙晶と呼ぶのである。此の時には雙晶軸は或る結晶面に含まれて、此の面内に在る或る稜に直角を成し、雙晶面は或る結晶面に直角を成して此の面に含まれた稜に平行し又たその接合面は此の雙晶軸の帯に含まれた共通面である。之を稜に直角なる雙晶式 Kantennormalgesetz ともいふ。

斜長石の雙晶の型式の分類はデュバルク、ベレク、ウエルフキング、カルステン氏互に多少の出入がある。デュバルク氏に従ひ他の諸氏の分類を之に對比して左に示す。

第一法的雙晶

| 名 | 稱 | 雙晶軸 | 雙晶面 | 注 |
|-----|-------|-------------|-------|-----------|
| 1 | 白長石式 | (一)ハ、カ(五)ウ | (010) | 通例聯晶が成す |
| 2 | マネパツハ | (二)ハ、カ(六)ウ | (001) | 通例二箇體より成る |
| 3 | バブエノ右 | (三)ハ、カ(一〇)ウ | (021) | 同右 |
| 3' | バブエノ左 | (四)ハ、(一)ウ | (021) | 同右 |
| 4 | X | (五)ハ | (100) | 現出の有無不明 |
| 4' | 柱面右 | (六)ハ(一二)ウ | (100) | |
| 4'' | 柱面左 | (七)ハ(一三)ウ | (110) | |

第二平行雙晶

| 名 | 稱 | 雙晶軸 | 接合面 | 注 |
|----|----------|-------------------|--------------|-----------------|
| 5 | カールスバードA | (八)ハ、(三)ウ | (001) | 通例二箇、屢白長石に伴ふ |
| 6 | カールスバードB | (八)ウ、カールスバード近似 | (100) | (10)は100帯の面であり得 |
| 7 | アラA | (一〇)ハ、エステレル(一)ウ、同 | (001) | 通例二箇マネパツハに伴ふ |
| 8 | アラB | (一〇)ハ、エステレル(一)ウ、同 | (010) | 白長石に伴ふ |
| 9 | アクラインA | (一〇)ウ | (001) | マネパツハに伴ふ |
| 10 | アクラインB | (一〇)ウ | (100) | 觀察されたるか不明 |
| 11 | ペリクライン | (九)ハ、(六)カ、(一)ウ | (001):(100)帯 | 單獨又は白長石に伴ふ |

長石の識別法に就いて

FIG

九

第三 複 雜 雙 晶

| 名 稱 | 雙晶軸 | 接合面 | 注 意 |
|--|---------|-------|-----------------------------|
| 12 白長石、カールスバードA (一一)ベ、 (七)ウ同 | ト (001) | (010) | 122'の三系又は12'の二 系より成ること多し |
| 13 マネバツハ、アラ A (一五)ベ、マネバツハ、エ ステレル | ト (100) | (001) | 稀 |
| 14 白長石、ア ラ B (一六)ベ白長石、エステレル (九)ウ、マネバツハ近似 | ト (100) | (010) | 稀 |
| 15 マネバツハ、アクラインA (一四)ベスコヒ | ト (010) | (001) | 白長石に近き成分のものに 屢出づ |

平射圖上にて雙晶を決定するには、網圖上に寫紙を重ね、二つの雙晶片の對稱軸の中で同種のもの、同一子午線上に來るまで回轉し、之を通ずる子午線を描き、その間の弧の角度を讀み、次にその二等分點 g_1 m_1 p_1 を記入し、次に此の點と九〇度を隔てた g_2 m_2 p_2 の點をも記入すべし。三對の對稱軸を聯ねた此の三大圓が一點又は三角形を成すならば、雙晶軸は此の點又は三角形の重心の附近に在るべく、又た三つの等分點を通ずる大圓は此の雙晶軸を極とする雙晶面となる筈である。

此の時若し雙晶軸が雙晶の接合面の極と一致するならば、此の雙晶は法的雙晶であるが、若し雙晶軸が接合面の極と九〇度の距離に在るならば平行雙晶か又は複雜雙晶である。

雙晶軸が発見されたならば、次にこの軸と三對稱軸との間の角度に従ひ、別の寫紙の上に描いた n_g を上下、 n_p を左右、 n_m を中心に置いた平射圖にその位置を記入し、此の寫紙をデュバルク氏の第九版又はベレク氏の第三、四兩版を重ねて、その何れの雙晶の曲線上に來るかを見ればよい。此の位置の決定法は左の如くする。

寫紙を網圖上に重ねその右端に $+n_g$ 左端に $-n_g$ 上端に $+n_p$ 下端に $-n_p$ を記入し、先づ左

右兩端から n_p に相當する角度の緯線により小圓弧を描き、次に九〇度回轉して n_p の角度の小圓弧を描き、最後に n_m の角度の半徑の同心圓を描き、三弧の切り合が四象限に各一點づつ出来る。此の四點の一が求める雙晶軸の極に相當する。寫紙をベ氏第三、四兩版又はデュ氏の第九版に示すエビールの上に重ねて、その何れが雙晶軸の移動を示す曲線上に落ちるかを見ればよい。

此の作業の中結晶面劈開面又は雙晶面の性質が豫め察知され、その極と雙晶軸とが一致するものならば、第一種に屬する雙晶たることは容易に知れる。假令何れの結晶面か判然たらぬ時と雖も、最後に述べた方法により得た點がベルク氏の第三圖式に示す何れかの曲線に最も近い位置に来ることが分れば逆に、その雙晶面が何れの結晶面なるかを明かにし得るから、疑惑は殆んど起らぬ。

その一例を奉ぐれば a 軸を帶軸とする面では $(010)(001)$ 兩劈開面とバブエノ式雙晶の雙晶面たる (021) の痕跡とが共に並行して現はれ、普通顯微鏡で見たのでは何れの雙晶の型式に屬するか分り悪くいが、今述べた第一の作圖により雙晶軸 T の位置が判明し、雙晶面の n が (010) の n と同じきことだけが確かめられて、 (010) に直角なる帶面上の P が含まれることが知れたとすれば、 T の位置を第二の作圖により求め、ベルク氏第三版の (021) 又は $(0\bar{2}1)$ の曲線上又はその附近に来る事實が認められ、是により決定される。

マネバッハ雙晶の場合も之と同じく雙晶軸が第三版の (001) の極に来ることが認められたならば決定さるべく、實際斷面が a 軸の帶面である時に此の兩雙晶は普通顯微鏡では判別し難きも、經緯鏡臺の使用により斜長石に意外に屢現出し得ることが知れるのである。

第二及び第三の雙晶はペレク氏の第四版に示した。此の兩者の作圖に依る決定は第一種に比して稍面倒である。

雙晶軸を求める作圖法の手續は極めて簡單であるが、實際の問題に當れば測定の誤差晶片の成分の不等断面と對稱軸との位置の關係等種々の事情により、三對の對稱軸を聯結した大圓が一點に會する場合は餘程都合な時に限られてゐる。故に雙晶軸の位置を決定することは必しも容易ではない。我々は左に作圖演習の一例として大和室生山玻璃質石英安山岩の斜長石斑晶に就いて白長石式雙晶の1及び2兩晶片の測定角度を掲げる。前に述べた方法により兩晶片の對稱面及び光軸の位置を直徑二〇厘のウルフ氏網圖に寫紙を重ねて記入し、次に雙晶軸の位置を求めたれば第一種雙晶の決定法は了解される。

$$(1) \begin{cases} n_1 = 87^\circ & h_1 = 16^\circ N & JA = n_r \\ n_2 = 34^\circ 5' & h_2 = 20^\circ N & JA = n_m \\ n_3 = 33^\circ & h_3 = 64^\circ S & JA = n_p \end{cases} \quad A_1 = 28^\circ E \quad (\text{Constructed})$$

$$(2) \begin{cases} n_1 = 127^\circ & h_1 = 0^\circ (N.S.) & JA = n_r \\ n_2 = 37^\circ 5' & h_2 = 25^\circ 5' N & JA = n_m \\ n_3 = 37^\circ 5' & h_3 = 64^\circ 5' S & JA = n_p \end{cases} \quad \begin{pmatrix} A_1 = 44^\circ E \\ A_2 = 44^\circ W \end{pmatrix} \quad (\text{Constructed})$$

$$(010) \quad n = 285^\circ \quad h = 10^\circ S$$