

思ふのである。艱難辛苦に耐え得たるノツクスの性格は或る程度まで蘇人の共通性であるらしく思はれ、熱し易くして冷

め易き國民にとつて、ノツクスが地下より多大の教訓を與へて居るのでないかと思ひつゝ、墓前に禮拜するのであつた。

講 話

岩石學用顯微鏡の使用法 (四)

小 川 琢 治

五、平行偏光による検査

岩石學用顯微鏡の偏光装置は前に述べた如く上下兩ニコルより成り下ニコルを偏光器 Polariser (P) と呼び、通例振動面が接眼鏡の縦十字線に竝走する様に装置され、筒内に挿入する上ニコルを分光器 Analyzer (A) と呼び、振動面は横十字線に竝走する。鏡臺下の集光レンズを外づし、下ニコルの上に附屬する弱い凸レンズのみで見ると之を通過する光線は略ぼ平行して縦即ち前後の方向の平面内に振動する偏光となつて、鏡臺上に置いた結晶断面に入る。故に上ニコルを挿入すれば直交ニコルとなり、複屈折性を有する礦物を通過せぬ限り、視野は全く暗黒となる。

先づ下ニコルのみの偏光で結晶断面を見る場合に就いて言へば、一見した所では常光で見たのと何等異らぬのであるが、断面が偏光性を有し P_p と P_v との互に直角な二方向の一が周邊の物質

(例へばバルサム)と此の方向の屈折率の差があれば、此の方向が縦十字線に一致する時にベツケ氏輝線が境界に現はれる。若し n_1' がバルサムの約 $n=1.540$ よりも大やく n_2' が是より小さいならば、前者が縦十字線に平行する時に境界の内側が輝き、鏡筒を上げれば内側に移動し、九〇度回轉して後者を之に一致せしむれば、外側が輝き上げれば外側へ移動する。故に白少長石 ($An 15\%$ 内外)の如く $n_1=1.543$, $n_2=1.534$ の鑛物ではバルサムとの境界に於ける輝線の現はれ方で直ちに大體の成分を推知し得る譯である。

燧石中に現はれる方解石は $n_p=1.487$, $n_g=1.659$ であるから、バルサムに對しても長石石英等に對しても、一方は著しく低く一方は高いから、その境界に起る輝き方が最も顯著である。特に n_1' と縦十字線と一致する時に表面にブツ／＼が現はれ断面の浮き上つた様な感じが起る。

(一)有色鑛物の複色性 は結晶内の振動方向により色の吸収が異なる關係で生ずる現象であることは前に述べた通りである。單軸結晶では主軸 c に平行する光線のみが他の方向と吸収を異にする。その著しい例は電氣石で、此の鑛物は横軸 a の方向が屈折率の大きい負光學性を有し、吸収も此の方向が強いから、通例 c 軸の方向に延長した柱狀結晶の長方形の長邊が横十字線に平行する時に濃色(藍又は堇色)に見える。燐灰石も負單軸結晶で、稀に有色の時には時として複色性を現はすが c 軸の方向の吸色が強く、電氣石と方向が反對である。

有色二軸結晶では三つの對稱軸の方向に於ける吸収が各異つてゐる。頻繁に出る造岩鑛物では黒雲母の吸収の差が最も著大、角閃石は之に次いで著明で、鐵分に富んだ紫蘇輝石も著しい。此の他

褐簾石 Allantite 紅簾石 Piedmontite 綠簾石、オートンライト、楔石、堇青石、藍晶石 Cyanite (Dishene) 等も多少著しい。

複色性の現象を初めて學ばんとするには黒雲母が最も都合が良い。花崗岩の薄片中には大抵黒雲母が含まれてゐるから、適當な断面が容易に見つかる。此の鑛物はまた底面の劈開性も非常に完全であるから、多少六角形に近い輪廓を有し劈開の見えない殆んど底面に平行の断面と、長方形で極めて密接した劈開を有する略ぼ底面を直角に横斷したものとを區別するのは容易で、之を比較すれば複色性が理會される。前者は通例暗褐色乃至黒色で鏡臺を回轉するも著しく明るくはならぬ。是は μ_x μ_y 兩軸が殆んど底面内に含まれ、而かも兩者の差が小さく又た兩方向の吸収の差も小さい結果である。之に反して底面に直角なる μ_z の差は大で、薄片では大抵淡黄色を呈する。故に劈開の見える断面を視野の中心に置き之を回轉すれば劈開の縦十字線に一致する時に非常に暗褐色となり、横十字線に一致する時に黄色となり、その變化は極めて顯著である。

角閃石は黒雲母に比して吸収の差は小さいが、他の多くの有色鑛物よりも遙かに著しいから、是も薄片中で他の似た鑛物と區別するに必要なる性質である。角閃石の光軸面は (110) 面に一致し、 μ_z の方向と。軸との間の角度は普通の種類では八度乃至二〇度で此の方向が吸収の差が最も大きく、即ち柱面劈開の平行して數多く見える断面では此の條が縦十字線に略ぼ竝走する時に最も暗色に見え、緑色の種類ならば濃綠色を呈し、褐色のものは暗褐色を呈し、之に直角なる μ_y の方向が縦十字線に一致すれば淡綠黄色乃至黄色を呈する。c 軸の横断面即ち前に述べた柱面劈開の約一二

四度の菱形に見えるものでは、 μ_a はその鈍角の二等分線の方向に走り、 μ_b は鋭角の方向に走り、複色性は縦断面の如く著しくはないが、矢張り μ_c の方が濃色で綠色乃至褐色を呈する。此の如き三方向吸収の大小を示すに左の式を用ゐる。

$$\mu_a > \mu_b > \mu_c$$

但し何れの鑛物でも屈折率の大きい方向が吸収が強いと限らぬ。燐灰石はその例である。

輝石は角閃石に比して複色性は遙かに弱く、斜方輝石は特に弱く、斜方輝石でも無色に近い頑火石には殆んど之を認め難いが、古銅石紫蘇石では鐵分の増加に従ひ明瞭となる。故に安山岩中に含まれた斜方輝石と普通輝石との區別は之に注意すれば容易である。斜方輝石では光軸面は(100)面に一致し、此の方向は又た柱面に次いで稍明瞭なる劈開を示すものである。而して μ_a は c 軸に一致し、 μ_b は b 軸に一致し、紫蘇輝石の軸色は c は淡綠色、b は赤褐色、a は黃褐色である。故に(100)面に略ぼ平行する縦断面では濃色ではないが、色の變化は明瞭に認められる。古銅石では赤褐色が弱くなるが尙ほ一方の淡綠色と區別がつく。

單斜輝石では鐵分の著しく多いものに弱い複色性は認められるが、斜方輝石の如く明瞭でない。オットレライトは著しい複色性を有する鑛物で、その紺綠色の吸収により容易に他の鑛物と區別し得る。

簾石類でも暗色の褐簾石、紅色の紅簾石の複色性は角閃石に劣らぬが、綠簾石では明瞭であるが頗る弱い。楔石も略ぼ之に伯仲してゐる。堇青石及び藍晶石も厚い薄片には明瞭に認められるが、

普通の○・○四耗以下の薄片では殆んど見え難い。

此の如き弱い複色性を認知するには前に述べた二色接眼鏡を用うるを要し、從來日本の結晶片岩中に出る藍晶石の見逃されたのは下ニコルのみで見たと爲めに、この特性を認め得なんだのかも知れぬ。之を使用するには先づ鏡臺下のニコルを外づして、普通接眼鏡の代りに之を入れて見る。其時には互に直角な兩振動方向の長方形が左右に相接して見え、之に跨つた結晶断面の兩側が各此の方向に特有の色を呈するから、對照が判然として少しばかりの色の差が知れる。

デ・ハンセン氏は下ニコルを外づしても硝子鏡を反射する爲めに弱い、偏光となつて結晶に入る惧があるから、出来るならば反射鏡を用ゐずに顕微鏡を十分に傾けて見るがよいといふ。此の注意は弱い複色性を二色接物鏡で見る時に必要である。

次に上ニコルを挿入して

六、直交ニコルによる検査

を行ふ。此は顕微鏡の装置が完全に上下ニコル共に精密に互に直角なる振動面の位置に在れば、視野が暗黒となる筈である。上下ニコルに回轉し得る装置あるものならば、度盛りを見て正しい位置に置く注意を要す。若し此の注意により尙ほ視野が全く暗くならぬ時にはニコル柱の取付け方に缺點があるのであるが、之を正すことは素人には六ヶしいから、器械購入の時に豫め嚴重に検査することが必要である。

(一)消光位 直交ニコルの間に複屈折性を有する結晶断面を挿めば視野の結晶の部分だけ明る

くなり、鏡臺を三六〇度回轉する間に互に直角な位置で四回全く暗黒となる。此の消光位は斷面の μ_x, μ_y の兩方向の一致することは前に述べた。此の現象は下ニコルの縦十字線の方向に振動する光波が結晶に入つて二つの方向の振動に分かれて傳播し、互に速度と波長とを異にする爲めに干涉が生じ、上ニコルに入つて兩分力が合して横十字線の方向の振動となる時に、光波の振動に干渉が起る結果である。結晶の兩方向と兩ニコルの振動方向が一致すれば上ニコルを通過する分力は零となるが、角度が零度から四十五度までの間に各相當の分力がある譯で、四十五度の時には最大で、一番明るくなるのである。

消光位を精密に決定するには種々の注意を要する。完全な暗黒の位置を求むるには、一たび略ぼその位置を鏡臺の度盛りで讀んだ後に、其の兩側に回轉して明るくなり始める位置と又た逆に暗くなり始める位置とを讀み、幾回かの平均を取り、此の兩方の讀みを二分すれば、唯一回の讀みに比して遙かに精密である。次に此の讀みと劈開の同じ十字線に一致する讀みとの間の角度を求めめるのは勿論である。

此の時に縦横の十字線と兩ニコルとの方向が完全に一致せぬ疑があらば、同じ結晶斷面を裏返しに鏡臺に載せて同一の測定を行ひ、前の消光位の角度を加へて二分すればよい。この方法で十字線とニコルとの方向の誤差を知れば、他の讀みはすべて之を加減するだけでよい。

補色器 Compensator を使用すれば消光位を精密に決定することが出来る。その中でも普通に使用するのはペルトラン氏十字接眼鏡である。この器械は左旋右旋兩種の石英の c 軸に直角なる薄板

各二枚を右上下と左上右下とに相對して組み合せ、その縫線が縦横十字線の代りに役立つ。之を使用するには鏡筒のニョルを外づして、この接眼鏡を挿入し、次に上載ニョルをその上に置いて見るのである。断面が若し消光位から少しでも傾いた位置にあれば右上と左下、左上と右下の相對する象限は互に同じ色を呈し、上の左右と下の左右の相接する象限の色は互に異つて見える。故に四象限が同色となり、境界が見えねば完全にニョルの振動方向と断面の兩方向とが一致したのである。ライト氏に従へば無色の鑛物の時には角度が $0 \cdot 1$ 度乃至 $0 \cdot 5$ 度まで精密に讀めるといふ。

消光位は晶系を區別するに必要である。複屈折する結晶の内六角、正方、斜方三晶系に屬するものは二つの晶軸を含む断面が之と平行の位置で消光し、多くの場合は c 軸に延長した柱狀の結晶形を有し、劈開面も之に平行するもの多く、又た然らざるものにも底面の劈開の明瞭なるものが屢ある。此の如き場合には劈開面と消光位と一致した直消光 *Straight extinction* を現はすので、之を他の類似した外觀のものと同區別し得る。

單斜晶系では光軸面が結晶對稱面に一致するものと、之に直角なるものと二種の區別があるが、前者を普通とし、何れの場合でも此の(010)面に平行する断面で、對稱軸の a が c 軸と或る銳角度で交はり、前者の場合の如く直消光を現はさない。斜方輝石と單斜輝石との區別は前に述べた複色の有無の外に、後者の(010)断面が斜消光 *Oblique ext.* を呈する特性が著しい。

尙ほ又た斜消光の角度の大小が同じ鑛物族中の個々の種類の區別に必要で、同じく褐色の角閃石であつても、普通角閃石は c 軸との角度が 10 乃至 14 度であるに對して、玄武質角閃石は殆んど

零度で、曹達を含むバーケブキート Barkevite では一五乃至二〇度に達する。

三斜晶系の結晶では三つの對稱軸は結晶面に對して傾いた位置を占め、單斜晶系の(010)面の如く二つの對稱軸を含む結晶面はない。此の關係も亦た識別上に頗る必要な性質である。

その一例を擧ぐれば加里長石の正長石(單斜)と微斜長石(三斜)との區別に底面の晶片で前者は(010)劈開痕に平行する直消光を呈し、後者は一五度の角度を成す性質が利用される。前に述べた方法で屈折率のバルサムより低い長石ならば次に此の消光位の決定により容易に兩者の何れかに屬するかを定まる。

同じくバルサムより低い屈折率の長石で底面の消光角が二度乃至三度ならば非正長石(曹達微斜長石)であつて、(010)の晶片で(001)の劈開痕に對して九度内外の消光角を有するならば更に確實となる。正長石及び微斜長石は何れも(010)面の消光角は約五度で著しく之よりも小さい。

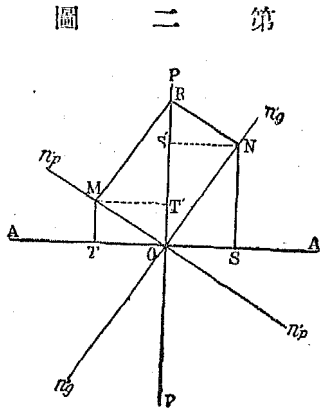
斜長石の識別に當つても同じく消光角の測定が必要で、ローの略ばバルサムに近いものでは底面で白長石は四度、白少長石(一五%)は二度、少長石(二〇%)は一度であるが、若し(010)晶片が得られたならば(001)に對して二〇度、二二・五度及び六度の消光角を有するから、三者の差別が更に判然となる。

花崗岩に含まれた長石類は大抵茲に述べた範圍に屬するから、此の要領を銘記することが肝要である。又た顯微鏡使用の實習用として花崗岩の薄片を此の要領で練習するの便もある。

消光位の決定に關しては尙ほ他の性質と關聯して心得ねばならぬ點が種々あるが、之に先つて直

角ニコルの間に挿んだ複屈折断面の現はす干渉色に就いて説明して置く必要がある。

(二)干渉色、加色、減色及び μ_{α} と μ_{β} の決定 前に述べた如く複屈折性を有する結晶の任意断面はフレネルの橢圓體の一断面であるから、その平面に於ける屈折率の比較的最大の μ_{α} と最小 μ_{β} との方向は互に直角に交はり、消光位の一はその何れかに一致し、之と九〇度の位置に他の一がある。此等の方向が上下ニコルの間に挿入して縦横の方向と或る角度を成した位置を占むるとせば、前に述べた如く兩方向に分れて OM と ON にて示す振動となり、直角ニコルの時には上ニコルに入つて OH と OS となり、若し兩方向の傳播する速度が同一ならばその行差は S と T との位置により明かなる如く波長の二分一に等しく屈折率の小と大に相當する速度の大小によりこの大きさが變り、干渉は此の行差によつて起る。之に反して上ニコルが下ニコルと平行の位置に在れば OT' と OS' となり、同じ方向の兩分力となり、断面を傳播する時の行差だけの干渉が起る。即ち



第二圖

平行ニコルの干渉現象は直交ニコルの補色であつて、前者は兩光波の行差に等しく、後者は之に半波長を加へた行差に等しい。薄片では通例行差が小さいから平行ニコルの間では干渉色は極めて弱く直交ニコルの方が遙かに強いのは此の關係に因るのである。勿論鑛物の種類により兩方向の屈折率の差が大きいほど高い干渉色を呈し、薄片の厚さが増せば同じく行差が増して色が高くなり、又

た兩方向が上下ニコルと四十五度の位置に於いて同じく色が最も高くなる。

故に一つの斷面を最後の場合の如く四十五度の位置に直交ニコルの間に置いた上に、更に之と兩方向の關係の同じい、第二の結晶板を加へたならば、その結果は兩者の μ_p と μ_p' との方向が合致すれば前よりも行差が大きくなり、色が高くなる筈で、之を加色 Addition colour と呼び、之に反して第二の結晶板の μ_p と第一の μ_p' と μ_p とが一致する様に置けば行差が減じて干渉色が低くなり、之を減色 Subtraction colour と云ふ。

此の加色と減色との現象を利用すれば結晶斷面の兩方向の性質を決定し得る。之に使用する兩方向の性質の知れた結晶板を補色器と呼び、通例石膏及び石英の μ_p の方向を長邊とした薄板を使用する。石膏板は $\circ \cdot \circ$ 五耗の厚さの劈開片は上下ニコルに四十五度の位置にてニュートン色階第一級と第二級の限界に相當する紫色を呈し、之を第一級赤色 Red of the I order と呼ぶ。之を使用するには斷面の兩消光位が縦横十字線に對して四十五度の位置に来るまで回轉し、石膏板を挿入してその一の方向に合致せしむれば、結晶の μ_p がその長邊に一致すれば加色が起り、紫色よりも高い青色となり μ_p ならば減色が起つて橙黄色又は黄色となる。複屈折の弱い即ち干渉色の低い結晶斷面は石膏板で決定するのが適當である。

高い干渉色を示す複屈折の強い斷面では石膏板を入れた時の變色の高低を區別することは困難である。此時には石英の a 軸 μ_p を長邊とした楔状の板を用ゐる。その薄い方から厚い端の間にニュートン色階の第一級から第三級までの色が上下ニコルと四十五度の位置で現はれる。此の試験板を石

英楔と呼ぶ之を使用し決定するには減色の位置を求める要領で、四十五度の位置に在る断面の兩方向の一に平行に楔を移動して薄い端から厚さの増加に應じて干渉色の變り方に注意し、二つの方向の中厚くなるに従ひ低級の色が現はる方を取り、その最後に白色から灰色となり暗色となる位置を求める。此の暗黒は全く補償 Compensation の起る位置を意味し、此の現象が起れば石英の ρ_a が結晶の ρ_a の方向に一致することが確知される。

茲に低級の色といふのはニュートン色階の第一級と第二級との赤色又は黄色を比較すれば知れる如く、高級ほど色彩が白つぼくなるもので、低級ほど判然たる色彩を有することを意味する。然かし此の關係は分りにくいから暗黒が現はれて完全に補償される位置まで移動して確かめる必要がある譯である。

此の決定は結晶の延長方向、劈開痕等と對稱軸との關係を明にする爲めに必要で、前に述べた消光角が或る結晶要素と何れの對稱軸との間の角度であるかを決定せらねばならぬ。

その一例は斜長石の (100) に直角なる断面に於ける最大消光角で、七五%以上の基性の種類では四十五度を超過するが、此の場合に ρ_a の方向が (010) の痕跡と成す角度を意味することを記憶して、石膏板によりこの性質を決定して初めて七五%以上か以下かの區別がつく。

(三)干渉色の高低と複屈折の強さは複屈折の強さに比例するものであるが、之を決定するにも補償の位置から出發するのがよい。即ち暗黒の位置に石英板を置いたまゝで結晶断面を外せば、石英板の現はす色だけが視野に見えることになる。次に徐々に石英板を移動して第一級の末端まで

動かし、この間に色の變化する順序により結晶の断面が第何級の何色に相當する干渉色を呈したかを知ることが出来る。有色鑛物では體色の爲めに干渉色が判然たらぬから、この方法で補償の位置に基いて之を知る外ない。

此の方法により色階に於ける位置が知れたとして、是から複屈折率の強さ *Birefringence* を知らんとするには薄片の厚さをも知らねばならぬ。eが前に掲げた石英及び長石の示す最高の干渉色から推知し得る様な場合には、その大きさを略ぼ見積り得る。

新著紹介

○世界地理風俗大系 イタリヤ・地中海 東京新

光社發行 昭和三年九月

二十八巻で完結される豫定で一冊貳圓八拾錢の豫約で刊行され初めた世界地理風俗大系の第一回配本は美しい臘脂色の春革クロース型入装釘の四六倍版三三〇頁のオート紙で堂々と出版された。約八百の寫眞版と數葉の三色版は南歐の古くして新しき國のあらゆる姿態を鮮明に寫し出してある。解説の執筆者は地理學者佐藤弘、田中館秀三、渡邊萬次郎、田中阿敬磨、小田内通敏の諸氏と史學地理學者大類伸博士、伊太利學者又は伊太利通の吉田彌邦、岡伊能、山本信次郎、荒井隆男の諸氏が各得意とする所を麗筆を以てつゞられたものであ

る。ラルースの「世界地圖帖」や「大地」に似た編纂の仕様であるがそれよりも一層美しく且つ精細なものであつて地理教授者の參考ともなり、家庭の愛玩にも適し地理知識の庫の如き觀がある。紹介者は本大系の引續く發刊の成功を祈ると共に廣く日本にゆきわたることを地理學の爲めに望むんで止まない。(N)

○石炭 河村信一著 菊版一五八頁 古今書院發行 定價

二圓二〇錢

石炭は地下に存在する量の四%しか利用されてゐないから一般の人士も其經濟的處理を究めなければならぬと云ふ見地で本書が編まれた。其材料はムーアの「石炭」などから重に翻譯されたもので外國の事項が多く書かれてある。重に力を盡されたのは石炭の根源及炭化、種類、分類で最後に亞炭の一章がある。この亞炭の章は著者が多年愛知縣下のものを調査