

Colquhoun)の本城である。樅と檜の自然樹の生ひ茂るコナカン島 (Inch Conachan) には蝨が居つたとて名物になり、この湖水の三不思議の一に數へられ、蝨は「鱈無き魚」と呼ばれて居る。ダバナ島 (Inch Tavnach) は昔セルトの寺があつたとて一名坊主が島 (Monk's Isle) と云ふ。ロツホ・ロモンドの多島海を漸く一周して船はルス (Luss) 埠頭に歸る。ローテナン及びターベツト兩埠頭に立寄り湖頭のアルヅルイ (Ardur) まで船は午後の陰暗なる空の雲と疾驅を競ふが

講話

造岩鑛物とその顯微鏡識別法 (一)

小川 琢 治

一、緒言

前稿に岩石學用顯微鏡の使用法に就いて略説した。次に岩石薄片に現はれる造岩鑛物を識別する方法をワインシェン氏の造岩鑛物篇(第三版)に基いて略説する。

造岩鑛物とは岩石中に含まれた一定の化學成分を有し箇體の鑛物を成すもので、一般の鑛物中の極めて小部分にして、種類に於いては少數で地殻を構成する物質としては多量である。故に之を識

如く只僅か數人の客を乗せてひた走りに走る。船くりも足早の汽車は左岸に蕪々の響を山岳に蕪かせて吾々を尻目にかけて走り去る。アルヅルイ埠頭に着いた頃は夏の長き黄昏の時刻であつた。二十歳ばかりの青年は埠頭に吾を待ちて、アパフォイルの宿に居た日本人はお前かと聞く。何故に知れるやと問へば逡巡の報告があつたとて正直な返事をする。宿室のあることを聞いて一安神の息を吐く。

別することは大抵の場合には百數十種の中の互に類似した數種の間の區別に止り、通例は之を顯微鏡下に識別するに左まで困難を感せぬ。特に或る岩石の大部分を構成するもの、即ち主要成分 Essential Ingredients に在つては、無色のものでも容易に認知し得る。然れども普通鑛物と雖も極めて微細にして他の鑛物中に包裹物 Enclosure として存在するものや、完全な結晶の形像に發達せぬものでは困難で、無色緻密の集合を成す二種以上の鑛物に至つては正確に決定することが殆んど不可能となる。

茲に我々の述べんとする所は岩石中に最も普通に現はれる數十種の鑛物を識別するを眼目とし、之に紛れ易い若干の稀に出るものにも論及する程度に止める積である。

薄片を造り顯微鏡にかける前に豫備作業として心得ねばならぬ二三の注意事項がある。

第一は野外にて岩石の標本を採集するに當り、露頭を精細に觀察することが必要である。此の觀察に最も都合のよいのは石切場で、略ぼ均一の岩石の新鮮なる面が露はれてゐるから、その色合、粒の大小等に注意して平均の岩質と平均から極端に偏つたものとを容易に認知し得べく、又た態々重い大きな鐵槌を使用せずに隨意の大きさの新鮮な標本を容易に得ることも出来る。新道の切り取りも亦た之に次いで都合よく、此の場合には長距離にわたり露出してゐるから、岩質の移り變る状態がよく知れる。火成岩とその噴出により接觸變性を生じた水成岩との關係の如きは道路の切り取りでその變化の仕方を屢精密に觀察し又た必要なる標本を採集し得る。然れども日本の如き氣候の國では或る岩石は頗る風化し易く、新鮮な造岩鑛物を含む標本を得る爲めには相當に大きな岩塊を打

ち割らねばならぬことがある。

此の如き人工露頭のない時には海岸の崖又は溪谷の如き自然的露頭に就いて採集するを要し、遠方から一見して岩石が岬々と突起してゐても、近づけば案外に深く風化し、採集に勢力を要することがある。此の如き場合には崖下又は溪流中の落ち石特に轉礫は風化した部分が剥ぎ取られてゐるから、割合に新鮮である。此の如き場合には露頭に見ると同種の流礫で満足せねばならぬこともある。

採集の時に適當な標本に打ち割るから、その破片中から薄片に造り上げる恰好な材料を得ることが出来る。岩石又は鑛物の化学成分の分析試料を要する場合にも新鮮な破片を同時に採集する注意を怠つてはならぬ。

造岩鑛物を研究するに當り成るべく大き結晶に就いて測角器により形像を調べたり、研磨面の全反射による屈折率を測定したり、分析したりする必要が絶えず起る。故に露頭に於て肉眼で認める大形の鑛物に注意したならば、風化した部分から直接採集し、若くはその近傍の溝などに流水で淘汰されて集つた處で多量に之を採集するがよい。

時としては露頭で稀に出會ふ鑛物が霏爛した堆積層から意外に多量に獲られることがある。大文字山の西北山麓(銀閣寺の北側溪谷)のアラナイト Allantite の結晶はその好例で、稍風化はしてゐるが容易に砂の中から獲られる。

火山岩の石英長石輝石角閃石等は少し注意すれば採集は容易で此等の場合に淘汰を経た結晶が露

頭の斑晶よりも却つて新鮮なることもあるから、岩石學的研究には缺く可らざる好試料となる。

採集に當り露頭面を觀察し肉眼で認める各種の顯晶 Phenocrysts を含む小破片を成る可く多量に採ることも必要である。

第二は薄片に造る破片及び標本の破面に就き肉眼及び蟲眼鏡にて箇々の顯晶を觀察し、普通鑛物學の識別法たる色、光澤、硬度、劈開等の特徴により決定し得る限りは之を試むべく、鐵鑛はその小破片の磁性の有無、條痕の色等により磁鐵鑛、磁硫鐵鑛と他の酸化及び硫化物と區別することが容易である。

無色鑛物中肉眼の觀察に困難なるは霞石で石英長石に紛れ易い。是は大きな顯晶の現存する時には風化した岩面に注意すれば霞石だけ痘痕の如く凹み、直ちにその存在が知れる。新鮮ならば鹽酸をその面に注ぎ、侵された後に水で徐々に酸分を洗滌し、フクシンの如き顔料の數滴をたらして、再び之を洗へば侵された結晶の表面に附着した膠狀の硅酸に色素が吸収され、その部分だけ染まる。疑はしい結晶の一粒を取り試験管に入れて此の染色性を檢するも亦た容易で、野外でも行ひ得られる。

薄片の面でも顯微化學的方法としてこの方法は適用される。但し沸石類も容易に鹽酸に侵されて膠狀硅酸が分離するから、共存し得る場合には注意せねばならぬ。沸石は含水硅酸鹽で熱を加へてその水分を逐斥すれば透明性を失ひ濁濁するから、此の性質を利用して區別し得る。

有色鑛物は殆んど黑色を呈することが多いが、之を鐵槌で打ち割つてその粉末を白紙又はガラス

板の下で虫眼鏡で見れば色の區別がつく場合がある。花崗岩中の角閃石と黒雲母が共に標本の破面では黒色に見えるが、黒雲母はナイフの先で容易に薄い鱗片が得られ、容易に角閃石と區別し得られる。

此等の各種礦物の肉眼的特性は後に記載するが、野外にて出来るだけ造岩礦物を肉眼的に識別して岩種を區別して置くことが、地質稿圖の作製に必要なから、先づ述べて置く。

二、造岩礦物の一般的化學成分

現今知れた原素の數は約七十に達するも岩石を構成する主要なるものはその中の少數に止る。プエルナヅキー氏の計算によれば、氣水石三圈を構成する原素の中重量百分率で一以上を占むるものは

酸素	四九・七%	硅素	二六・〇%	アルミニウム	七・四五%
鐵	四・二	カルシウム	三・三	マグネシウム	二・四
ソダイウム	二・四	ポッタシウム	二・四	水素	一・〇
炭素	〇・四	鹽素	〇・二	チタニウム	〇・五
燐	〇・一	滿俺	〇・一	硫黄	〇・一
バリウム	〇・〇四	窒素	〇・〇四	クローム	〇・〇一

の九種にして、その他は

が稍著しく、之を原子百分率で示せば

酸素	五三・八	水素	一七・二	硅素	一五・九
アルミニウム	四・八	合計	九一・六%		

となり、鐵その他の原素は二%に達するものがない。是は外殻のみに就いての計算で、地球全體の化學成分は鐵が殆んどその大部分を占むべきは勿論である。

我々の直接に觀察し得る地殻を構成する岩石の中で第一次成生に係る火成岩の分析により知れた化學成分は硅酸 SiO_2 礬土 Al_2O_3 過酸化鐵 Fe_2O_3 一酸化鐵 FeO 石灰 CaO 苦土 MgO 曹達 Na_2O 加里 K_2O の八種化合物が主要なるもので、硅酸の量は最大約八〇%から三〇%に往來し、水磷酸智且の少量と鹽素弗素デルコン硼酸硫黃等の微量も含まれることがある。

水成岩は火成岩の碎屑した物質から導かれた第二次的成生に係るものが頗る多い。此の場合には含まれた原素の種類は火成岩と大差ない。然れども一度水に溶解して再び沈澱したものは炭酸硫酸硅酸その他の酸化物並に水酸化物を主とし、又た生物の遺骸又はその崩壞腐敗又は分解した第二次的岩石は有機化合物のみより成る石炭石油の如きもので、炭水酸窒四原素の複雑な化合物となつてゐる。

結晶片岩即ち變成岩は火成岩及び水成岩から變化したものであるから、兩者の原成分と大差なきを常とする。

造岩鑛物は此等の化學成分を異にする岩石を構成するものであるから、従つて火成岩では硅酸鹽

類が多く、水成岩の一部にも石英の如く或は之をそのまゝ含み或は粘土の如くその分解したものを含む。然れども溶液から沈澱したものでは方解石石膏の如きものが大部分を成すことがあり、有機岩類に至つては石灰と結び付いた燐酸炭酸の外は殆んど全く炭素化合物である。故に結晶片岩には火成岩と同一の硅酸鹽類の鑛物を主とするものから、大理石の如き方解石白雲石等より成るもの、炭素の結晶した石墨を多量に含むもの等がある譯である。

三、發 育

造岩鑛物の觀察に當り第一に注意すべき事項は結晶發育の仕方で、完全に發育すれば結晶形像の完全な個體を成すが、薄片中の斷面では肉眼的結晶に認める如き多種の結晶面に圍まれることは稀である。大抵は最も簡單なるものゝ組合せで、且つ個體間の境界が結晶面に一致せぬ不規則な集合を成すこともあるから、何時も結晶形像を認知決定するといふ譯にはいかぬ。

集合の仕方は之を石理 Texture (Struktur) と呼び、最も完全なる結晶輪廓を有するのは斑晶狀 Porphyritic 石理の斑晶 Porph. Crystals (Einsprenglinge) を成すものである。此の石理は火山岩及び脈岩に屢見る所で、石英、長石、黑雲母、角閃石、輝石等は肉眼で岩石破面にも認め得る結晶 (顯晶 Phenocrysts) となつて現はれる。時として結晶片岩及接觸變性岩にも堇青石、十字石、紅柱石、柘榴石、紅簾石等が肉眼で認め得る結晶となり、之を火成岩の斑晶と區別して斑晶崩 (Porphyroblasts) と呼ぶ。

深成岩は徐々に固結するから、その進行中に早く結晶し始めて他の鑛物の結晶作用の餘り進行せぬ間に個體となつて仕舞へば、その鑛物だけは完全な結晶形像を持つものとなる。深成岩に出る此の如き結晶を特有形晶 *Idio-(Auto-)morphic Crystals* と呼び、此の如きものに接した他の晩成の鑛物は固有の形像を持ち得ないから、之を隨他形晶 *Xeno-(Allotrio-)morphic Cr.* と呼び區別する。若し構成する鑛物の結晶作用の進行に著しき前後の區別がなければ、相互の境界が何れの結晶面にも相當しなく、全く結晶形像の明かならぬ粒から成立ち、之を粒狀石理 *Granular t.* と呼ぶ。若し一種の方が少し早く結晶し始めたものならば、結晶形像の一部分が發達し得べく、之を亞特有形粒狀 (*Hypidiomorphic-granular t.*) と呼ぶ。花崗岩に出る斜長石 (多くは少長石 *Oligoclase*) は正長石及び石英に對して特有形晶を成すを普通とし、岩脈又は熔岩狀を成す輝綠岩及び玄武岩の斜長石 (多くは拉長石 *Labradorite*) も亦た輝石中に象嵌狀に包まれて特有形像を示すから、此の特異の石理を輝綠石理 *Diabasic t.* と呼ぶ。

副成分鑛物は岩漿に含まれた少量の物質が固結に當り先づ結晶したるから、細微なるも完全な晶形を有するを普通とする。花崗岩その他の火成岩中に少量ながら最も普遍的に含まれた燐灰石、ヂルコン、楔石等はその例で、鐵鑛類も同様である。

個體の大きさは固結作用の進行と關係あるもので、花崗岩漿にて母液ともいふべき硅酸礬土アルカリに富んだ状態に達して最後に結晶したペグマタイト *Pegmatite* では正長石及び雲母が巨大なる結晶となるのはその一例である。此の如き岩脈に貫かれた花崗岩の本體を成すものを觀るに一般に遙

かに粒は小さいが、是も大小により區別して、或は粗粒狀 *Coarse granular* 或は中粒狀 *Medium-gran.* 或は細粒狀 *Fine gran.* と呼ぶ。閃綠岩（筑波山）斑糲岩（安房峰岡山）霞石閃長岩（朝鮮江原道福溪）の如きは屢巨粒狀と呼ぶべき粗粒に發達してゐる。

礦物の種類により各形像發達の癖 *Habitus* がある。燐灰石は柱狀、硅線石は針狀、雲母な卓狀、綠簾石は横軸に、角閃石は垂直に、長石は前後軸に延びた柱狀に類する形像を呈するを普通とし、此の如き延長の方向を軸として含む斷面を主帶 *Principal zone (Hauptzone)* と呼び、ワインシエンク氏は此の方向に一致する光學的對稱軸の性質が識別の手掛りとして有用なる特性なるを認め、この主帶光學性を *Chz* にて示して識別表に擧げてゐる。

次に或る礦物の結晶が生長して岩漿の大部分が固結した後に剩餘の母液から晩生の礦物が結晶する時にはその間隙 *Interstices* を充填する外ない。此の如き物質を填隙物質（填物）*Mesostasis* と呼ぶ。花崗岩の石英は大抵填物として現はれ、黑雲母角閃石の如にも同様の場合がある。アルカリ火成岩には方沸石が石英の位置を占め、光學異常を呈する爲めに之を區別し得るものもある。

火山岩では斑晶と石基から成るが、その最晩成の礦物が矢張り間隙を充填し、粗面岩安山岩等に各種の沸石類が填物として出で、その或ものは結晶片岩の晶崩を想はせる形狀に發達し、之を季生結晶（季晶）*Hysterozysis* と呼んで、極めて低温（水の限界溫度三六五度以下）に降つた後に晶出したものを示すべきである。

結晶作用の進行に當り初期と晩期との化學成分が變化すれば核と外殻との間に物質の異つた層

殻 Shell を成して進行する。二種以上の硫酸鹽類の同形異質混晶ではその比率を異にした層殻（帯狀）構造 Shelly (Zonal) structure を呈する。普通綠簾石に包まれた滿庵を含む紅簾石、暗褐色の心核と褐黄色の外殻から成る褐簾石はその最も著しい例で、ニコルなしに認め得る。斜長石の場合では歪長石分子の多い内部が屈折率の高い爲めに層間にベッケ線が現はれ、直交ニコルの間で複屈折の強さと消光位の相異の爲め更に明かに見える。輝石では c 軸と a b 兩軸との方向に集つて來る物質の異なる爲めに軸面及び柱面を成す部分と垂直軸の上下兩端を成す部分とは色が變つて見え、之を沙時計構造 Hour-glass structure と呼ぶ。火山岩の石基に雜はる長石の微晶 Microfines には H 字形になつて兩端の開いた形狀を成すものは之に類似した成長の初期を現はし、之を骸晶 Skeleton crystals と呼ぶ。

一旦生長した後に岩漿の化學成分及び壓力溫度が變化すれば、存立の安定を失ひ再び岩漿に溶解吸取せられる。火山岩の石英長石橄欖石等に見る所の不規則の灣入ある刃圓形輪廓は此の如き岩漿の腐蝕 Magmatic corrosion の結果と看做される。火山岩中の角閃石黑雲母等も亦た地下で成生して地表に流出するに當り存立の安定を失ひ周邊に成分中の磁鐵礦が分離して黒枠 Opacitic margin の出來ることがある。柘榴石橄欖石等には蛇紋石角閃石等の放射纖維狀の外殻に包まれ、之を殻晶帶 Keliphitic margin と呼ぶ。此等も亦た何れも一度發育した礦物に對する岩漿の再吸收作用に起因する。

四、集合の仕方

一つの岩種を構成する鑛物の集合の仕方は其個體の結晶體としての發育の癖により決定されるもので、石英方解石等から成る岩石はその個品の光學的位置に無關係なる不規則の粒の集合より成るが、若し雲母角閃石の如き一定方向に發育する鑛物が之に雜はれば石理はその排列に支配さるべく後者のみから成れば鱗片狀又は纖維狀となる。粒狀集合の薄片を直交ニコルにて觀れば、常光で一なる無色透明の物質と想はれたものが、多數の偏光色の異つた粒から成ることが知れ、石英の如きは普通の厚さの薄片で黄色から灰色、白色、暗黒に至る複屈折の強さの異つた斑紋となつて現はれる。晶粒の此の如き不規則なる寄り集りの示す偏光の仕方を集合偏光と呼ぶ。

纖維狀の鑛物は時として一點から放射狀に排列して球晶體 Spherulites を成すことがあり、黒曜石の一部分に石英長石の成分に相當する球晶體を含むことがある。石灰岩にも魚鱗(卵)狀體 Oolites と呼ぶ方解石の球狀體が屢現はれる。此等の斷面は直交ニコルで見ればその主斷面(即ち十字線)に一致する黒い十字を現はし、鏡臺を回轉してもその位置の變化が起らぬ。花崗斑岩(石英斑岩)の如き石英と正長石との多量に含まれたものでは、石英の周邊に再生長により生じた邊緣部に石英と正長石とが互に貫入錯綜してグラノフワイア構造が出来る。是は花崗岩を貫く白い脈岩文理花崗岩(ペグマタイト)の正長石と石英との錯綜した生長と同一であるから、微文理狀石 Micropegmatic structure と呼ぶ。此の如き發育の仕方を錯生 Intergrowth (Verwachsung) と云ふ。