



先号に『屋久島地域の鉱床』として「鹿児島県地下資源概観」の一章を紹介したが、今回も岩石に関連して、屋久島の珍しい「正長石」の取り上げてみたい。

資料は木下亀城・瀧本清両名による、『鹿児島県屋久島の正長石』という論文で、掲載誌は「岩石矿物礦床学」第二十二卷第四号、発行は東北帝大理学部岩石矿物礦床学教室、昭和十四年十月一日、日本岩石矿物礦床学会誌からの引用である。

正長石は珍しいと書いたが、物の本によれば内外でこれほど、正長石の大きな結晶は珍しいようである。屋久島では高山山麓、またそれを結ぶ斜面を問わず、至るところの花崗岩中に、長さ五〜十センチ×巾二〜五センチの白色の板状に、石中斑状結晶石が見られ、これを正長石というようだが、門外漢の私には、なぜ屋久島の花崗岩にこのような長方形の大きな結晶が斑出するのか、正確な説明が出来ないの、本文を直にご覧いただきたい。

尚屋久島の正長石については、宮久三千年・足立富男共著「鉱物採集の旅」（九州南部編Ⅱ一九七七年十二月一日発行）にも、鉄マンガン重石と共に紹介の小編をみる事が出来る。

以上

【屋久島の正長石】

山本秀雄

(鹿児島県下)

鹿児島県

屋久島の正長石

木下 亀城・瀧本 清

緒言

火成岩の組織には完晶質のものと斑状を呈するものと、緻密質若しくは玻璃質のものと大略三様の種別がある。このうち完晶質のものは岩漿が極めて徐々に冷却晶化する結果として生じ、緻密質若しくは玻璃質のものは反対に甚だ急激な冷却に会し充分に結晶すべき時間を有せざりし場合に生ずるものである。されば後者は専ら火山岩に見らるる組織であり、前者は特に花崗岩の如き深成岩に於いて著しき組織たることは茲に論ずる迄もあるまい。之等に対して斑状を呈する火成岩は、適当な冷却の行われた場合に生ずるものであって、例えば地下相当の深さに於いて比較的徐々に岩漿が冷却して先づ一部の結晶が可なり大きさに成長したる後、岩漿の噴騰、其他の原因により四辺の状況に変化を来たし、残漿が極めて急激に冷却されることとなり、微晶なる結晶の集合若しくは玻璃と化し、既に晶出した大なる結晶即ち斑晶の間に石基として固化するによって生ずるものと解されている。火山岩に見る斑状構造が斯くの如き原因によって生ずべきことは筆者等も亦疑わざる所であるが、深成岩に見る斑状構造も常に同一原因によって生ずるものなりや否やは改めて吟味する必要があるのである。蓋し深成岩の斑状を呈するものの石基に当る部分は往々結晶極めて大きく、又その性質に於ても普通に深成岩と称するものと何等相違する

所がなく、これを急激な冷却の結果生じたものとは到底信じ得ないからである。又所謂斑晶の性質に於いても火山岩中に於けるものと深成岩中に於けるものとは必ずしも一致しない。

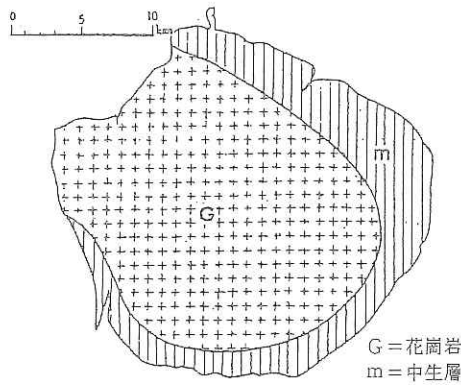
鹿児島県屋久島産の花崗質岩石は所謂石基と称すべき部分にては尋常の花崗岩と大なる相違を認めぬにも拘らず、そのうちに極めて大なる長石の結晶を有し、著しい斑状の構造を示している。本文はこの屋久島産の巨晶斑状花崗岩中に偉大な自形結晶として含まれる正長石に就いて調べた結果の大略であるが、同時に深成岩に見る斑状構造の生ずべき原因の解決に資せんとするものである。

屋久島は鹿児島県熊毛郡に隸属し、鹿児島市の西南九十余海里の海中にある。即ちその中央に聳立する宮之浦岳は東径百三十度三十分北緯三十度二十分に当り、廣袤東西約二十八軒、南北約二十四軒にして四百九十六平方軒の地域を占むるが沿岸は屈曲極めて少なく、周圍百余軒を出でず円形に近い外画を描いている。この屋久島の大部分が著しく斑状構造を示す花崗岩より構成される事は古くより注意された所で、既に明治二十七年此地を探險した西和田久學氏（注）は既に「屋久島を構成せる岩石は火成岩にありては花崗岩、水成岩にありては粘板岩、砂岩等にして、稀に子持岩あり。花崗岩は本島の大部を構成し八重岳の秀峰皆此石より造らる。石理は斑状にして正長石の巨斑晶散布せり」云々と記載している。然し筆者が此の花崗岩中の斑晶に興味を持ったのは昭和九年九州帝国大学農学部（注）に講師たりし鳥山武雄（注）博士が屋久島の調査に従事し、多数の標本を持ち帰った以来のことである。即ち同博士より巨大な長石の双晶を示され、親しく実地を踏査したき希望に満たされた筆者の一人（K・K）は、昭和十一年夏高（注）吉博士、岡本要八郎氏其他と共に屋久島に渡り、長石の産状を確かめ、且つ更に多数の標本を採集した。以下記する所はこの昭和十一年の採集旅行に於ける観察と当時の採集標本につき其後研究した結果とを取

纏めたものに外ならない。

産出状態

従前の研究者(注2・3・4)に依て数次指摘された様に屋久島はその中央部及び西部全体に長径十cmに及ぶ長石の巨晶を多数に含有する特殊の花崗岩が発達し、その北、東及び南の三方に中生層と想われる砂岩及び粘板岩の累層が前者を環状に取巻いている(第1図)。この中央部から西部にかけて現われる花崗岩は、肉眼的には到る所同一の岩相を呈しており、九州第一の高峰たる海拔一九三五mの宮之浦岳の山頂を形作るものも、西海岸の海面附近に産するものも、同じく非常に大型の長石の結晶を含んでいて、外観上変る所がない。又上記の花崗岩と中生層との接触地点に於いて中生層は殆ど擾乱を受けていぬばかりでなく、其の変質地帯と目すべきものは僅かに二百〜三百mの幅を有するのみで、屋久島の殆ど全体を形成する花崗岩の大塊が進入した結果として生じたホルンフェルス帯としては、甚しく狭小なものである。



▲第1図 屋久島地質略図

この微弱な接触変質に拘らず、接触帯から可なり遠い地点の中生層が或種の変質をうけており、同時にペグマタイト脈や電気石、錫石、輝蒼鉛礦、鉄滴掩重石、石灰重石の如き多くの礦化瓦斯の存在によって初めて成生されると思われる礦物を含む脈脈によって貫かれてゐる。これ等の事實は中生層より構成される地域の地表より余り深からざる所に

花崗岩の存在を示すものであり、又花崗岩に因る変質作用は温度の上昇に基づく正規接触変質作用の軽微なるに拘らず、気生変質作用は相當の程度に行われ、母岩漿中にはかなりの礦化瓦斯の鬱積せることを知らしむるものである。

上述の斑状花崗岩より成る山地の中央には宮之浦岳(千九二五m)、永田岳(千八九十m)、黒味岳(千八三六m)等の峻峰群集、大体西北—東北に向える本島の長軸に平行して長径十軒短径六軒に互る一大穹窿状の高地を形作る。これ即ち奥岳高地と称せらるるものであつて、海岸丘陵地に縁取らるる前山山地に比すれば高度一段と高く、平均高距一三〇〇m以上に及ぶ。されば山頂部に於ける気温は日中と夜間とにては甚しき差異を示し、附近を流れる黒潮の影響をうけ極めて多雨なることと相俟ちて、岩石の霉爛は特に著しく進み、斑状花崗岩の石基の部分は殆ど砂状に分解し、斑晶をなせる正長石の巨晶のみ遊離することが稀でない。斯くの如くにして母岩より脱離せる正長石の結晶は、山頂部至る所に於いて之れを捨うことを得べく、僅々数時間の間に数百個の結晶を採集することは決して難事でない。此種の正長石の結晶は又雨水に洗われて溪流に流入すること屢々なるため、特に流れの集合するが如き部分に集まること多く、奥岳高地より四方に流下する河川は細流巨川を問わず盡く長石の結晶を産する。然し下流に流転するに従い結晶の稜角は磨滅して不明瞭となる故、晶面の明らかなる標本を得んには奥岳高地の山頂部まで登攀せねばならない。

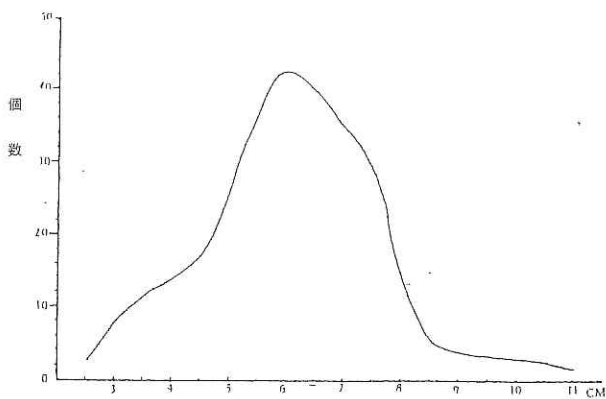
形態

斑状花崗岩の斑晶をなす正長石のうち最大のもの是最長一二・五cm、最廣一〇cm(注5)、最厚五、五cmに及ぶが、最も小さいものでも高さ(c軸に沿える)二・五cm、幅(a軸に沿える)一・五cm、厚さ(b軸に沿える)〇・五cmに及び、普通の斑状花崗岩の斑晶に比すれば著しく

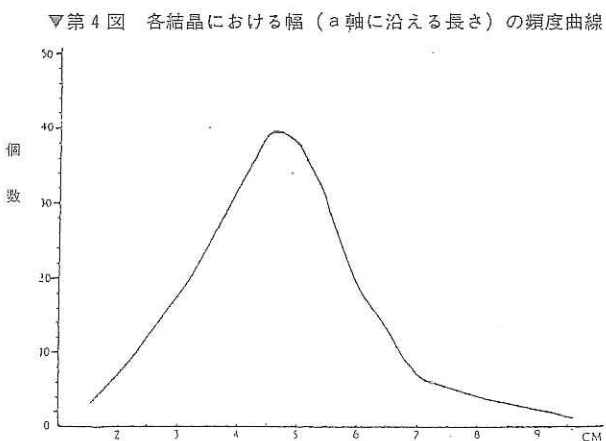
大きい。之等のうち、個体によって変化の最も少ないのは厚さ即ち（b軸に沿える長さであつて筆者の採集した二百九十三個の結晶のうち七十六個は二cmで、一・五cm乃至二・五mのものを数えれば総計百八十四個に及び、その頻度曲線を描けば第二図に示すが如き極めて鋭い曲線が得られる。之れに較れば高さ及び幅は結晶によって相等の変化が認められる。例えば高さ（c軸に沿える長さ）の場合は六cmのものが最も多く、二百九十三個中四十二個を数えるが、五cm乃至七・五cmのものも相当多く、夫等を合わせると合計二百一十となり、結晶の大多数はこの範囲の高さを有するものなることが知られる。高さ八・五cm以上のものは甚だ少なくその点四・五cm以下のものが却つて多いので、第三図に示すが如く左右にc軸に沿える長さをとり、上下に個数をとればその頻度曲線は左半傾斜に比し右半の傾斜の甚しく急なるものになる。又結晶の幅即ちa軸に沿える長さに於いては、四・五cmのものが四十個を占め最も多く、之れ以下若しくは之れ以上のものは幅の小若しくは大となるに従つて個数も亦之れに比例して少なくなり、頻度曲線に於いても第四図に示すが如く直線的になるが、幅七cm以上のものになると急にその個数が少なくなる。

上述の如く、斑晶をなす正長石の厚さは〇・五cmより五・五cmの間に、高さは二・五cmより十一cmの間に、幅は一・五cmより九・五cmの間に变化するが、各個体に於ける高さ、幅、厚さとの割合は結晶の大小によつて大差なく、高さ、幅との割合は第五図に明らかなるが如く大略四と三との割合を示し、高さ、厚さとの割合は第六図に示すが如く大略六と二との割合になる。又幅、厚さとの割合は第七図に示すが如く六と二・五との割合になる。されば高さ、幅及び厚さは結晶の大小を問はず大略16:12:5の割合なることが知られる。

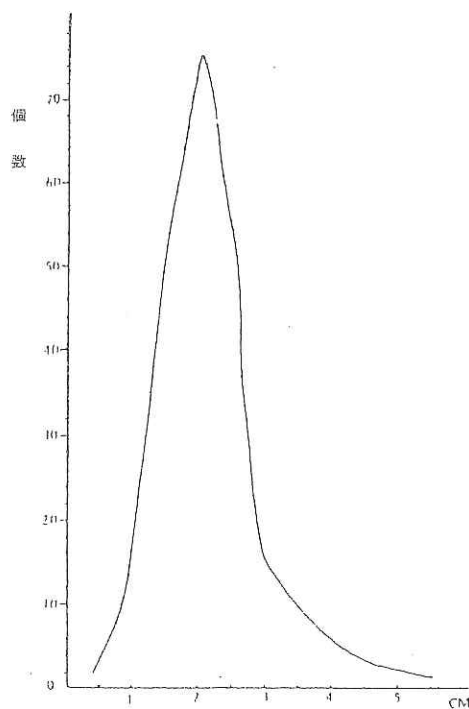
之等の結晶は第八図に掲げたる如く、常にカルルスバート双晶をなし、単晶若しくは他の双晶をなすものを認めぬ。その表面には石基を



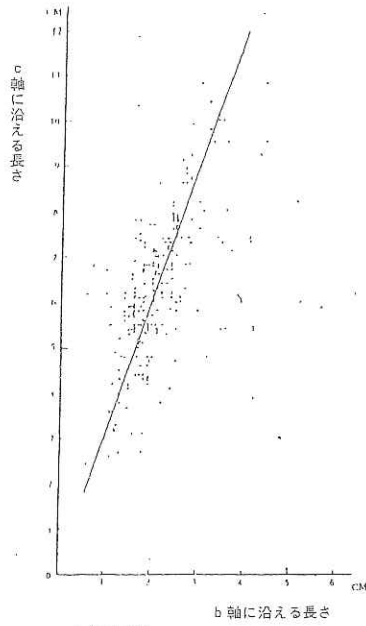
▲第3図 各結晶における高さ（c軸に沿える長さ）の頻度曲線



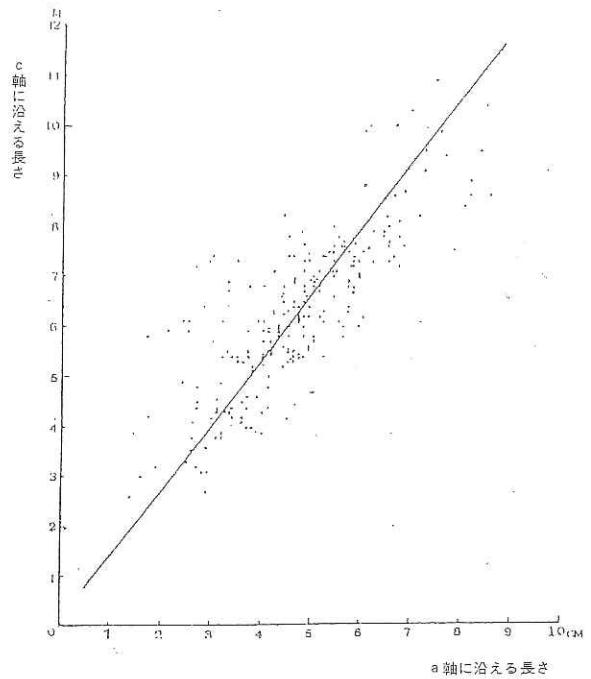
▼第4図 各結晶における幅（a軸に沿える長さ）の頻度曲線



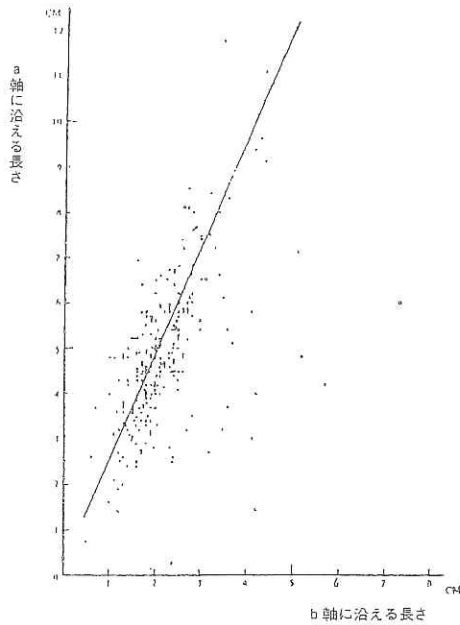
▲第2図 各結晶における厚さ（b軸に沿う長さ）の頻度曲線



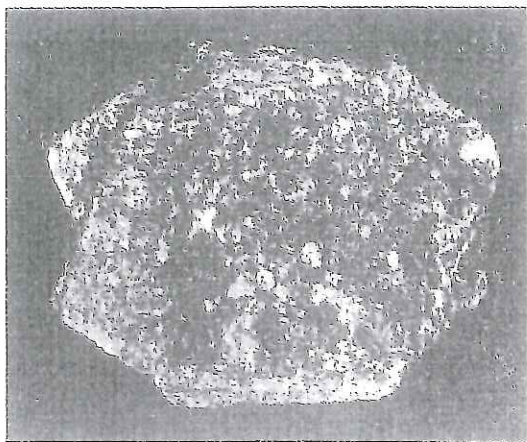
△第6図 各結晶の高さと厚さとの関係



△第5図 各結晶の高さと幅との関係



△第7図 各結晶の幅と厚さとの関係



△第8図 母岩より脱離せる正長石の結晶

構成する石英、長石、雲母の附着すること甚しく、恰かも花崗岩よりなる結晶を見るが如き感がある。従って、結晶は至って粗なる結晶面に囲まれた到底測角に堪えぬが接触測角器により大略測定した結果は、

$m(110) < m(\bar{1}\bar{1}0) \parallel 61$
 $c(001) < m(110) \parallel 68$
 $c(001) < y(201) \parallel 80$

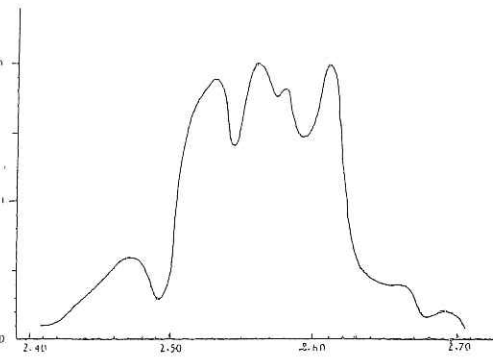
の如き値を有し、 $b \parallel (100)$ 、 $c \parallel (001)$ 、 $m \parallel (110)$ 、 $y \parallel (201)$ の諸面よりなり、第九図の如きカルルスバート双晶をなすものなることが分かる。

比重と顕微鏡写真

結晶の大きさの測定に使用した正長石の各々に就いてジョーリー天秤を使用して比重の測定をなしたるに、個体によって比重に甚しい相違があり、最低一・四〇から最高は二・七〇に及び、その頻度曲線を

描いた場合も第九図に見る如く、大多数は二・五一から二・六一の間にあるが、結晶の大きさの場合の如く或数値のもののみが他に比べて特に多数を占むるが如き事実はない。この事実の一部は結晶の表面に石英、長石、黒雲母等の結晶片が附着しており、或る正長石は殆んど全く黒雲母の集合体に囲まれるに對し、他の正長石にてはその表面を長石及び石英の集合物によつて蔽わるが如き場合を少しとせず、之等の礦物の量及び種類が正長石の個体によつて甚しく相違することに基くものなること勿論ではあるが、一旦正長石の結晶を薄片として顕微鏡下に検するに及び、正長石の結晶の内部にも亦石英、長石、黒雲母が夥しく含まれることが明らかに成り、之等包裹物の量及び種類が一層著しく比重の大小に影響すべきことを知った。

此所に於いて正長石の大結晶中に石英、長石、黒雲母等が如何なる状態に含まれるかを知る必要が生じた。此場合云う迄もなく正長石の薄片を礦物顕微鏡下に検すれば局部々に於ける包有の状態は明らかになることが出来るが、径数cm乃至十数cmに達するが如き正長石中に於ける包裹物の存在状態を一時に知るには適當ではない。この目的を達成する為に、筆者はヘラパス石 (herapathite) の小さい結晶をセルローズ・エマルジョン中に混じ、之を写真乾板のフィルムを除いたキャピネ大の硝子板の表面にヘラパス石の柱状晶が互いに平行に並ぶ様に注意して塗つたものを使用した。

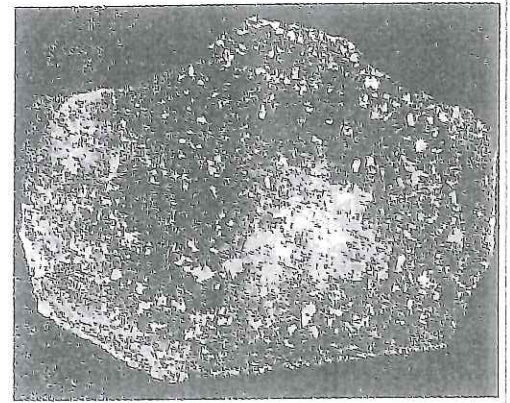


△第9図 正長石の比重の頻度曲線

ヘラパス石と云うのは chinin-per-jodid-sulphate ($4\text{C}_2\text{H}_5 \cdot 3\text{SO}_4 \cdot 2\text{I}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、但し $\text{C} = \text{C}_{20}$) の結晶で(注6)一八五二年ヘラパスによつて著しい多色性を有することが発見せられたもの(注7)である。当時之れを人造電気石 ("Kunstlichen Turmaline") と稱し、その光学性(注8)を利用して光学用器械の製造に用いんと試みられたが、大なる単一な結晶を得がたかつた為めつい成功を見ずして終わった。然し最近に於いてはヘラパス石の或程度大きな単一結晶も出来る様になり、又、前記の如くヘラパス石の小結晶を硝子面に平行に並べることも考えられ、或程度光学用に利用し得るに至った。Polaroid Herotar, など市場にて呼ばれているのが即ちそれである。これと共にその結晶学的性質も漸次詳細にされて来た(注9)が、ヘラパス石の小結晶を平行に並べるには之れを含んだセルローズ・エマルジョンを刷毛にて硝子面に塗り、結晶を刷毛目に平行せしめるか或いは傾斜せしめた硝子面上を上記のセルローズ・エマルジョンを流し、結晶を流れに平行に配列させる程度で未だ充分に多くの結晶を平行せしむることを成功せなかつた。筆者は二神哲五郎博士(注10)の方法に基き、硝子板を電極の間に置き、これによつて小結晶を互に平行に配列せしめたものを用い充分に所期の目的を達することが出来た。この機会に種々の教示を受けた九州帝国大工学部理化学教室二神哲五郎博士に深甚の謝意を表すと共に、普通の生物顕微鏡で岩石及び礦物を検せんとする場合、上記の如き Polaroid を用うれば得ることの尠からざるものがあることを附言しておくたい。

polaroid を用いて正長石の写真を写す際には Shand の方法(注11)を多少修正し、幻燈の原板の位置に正長石の薄片を置き、その後 Polaroid を互に直角に置いたものを挿入した。第十図は斯くの如くにして撮影した正長石の写真である。

この写真を見て一目明瞭なことは正長石の結晶中に夥しき他の結晶が包裹され、且つ之等の礦物は母岩たる黒雲母花崗岩中に於けるもの



▲第10図 十字ニコルを用いて写せる正長石の写真

と類似の配列をとり、唯結晶の外辺に於いて微小なる石英粒が正長石の外画に従って線状をなして配列することである。斯くの如く多量に含まれる石英、長石、黒雲母等の包裹物が母岩の構成礦物の斑状をなす正長石の結晶中に含まれしものとせば、従来如く斑状の結晶が先ず晶出し、その後斑状結晶の間を充す石英、長石、黒雲母の集合体が固化したものと容易に説明し得難い所であつて、寧ろ母岩の部分が晶化した後、その一部を結晶中に包みつつ斑晶状の正長石が結晶したものと解するを適當とする。然し斯くの如き作用の行わるべきや否やを確かむるには斑状正長石中の包裹物と母岩を構成する礦物とを一層精細に比較吟味する必要がある。

斑状正長石中の包裹物と母岩の構成礦物との比較

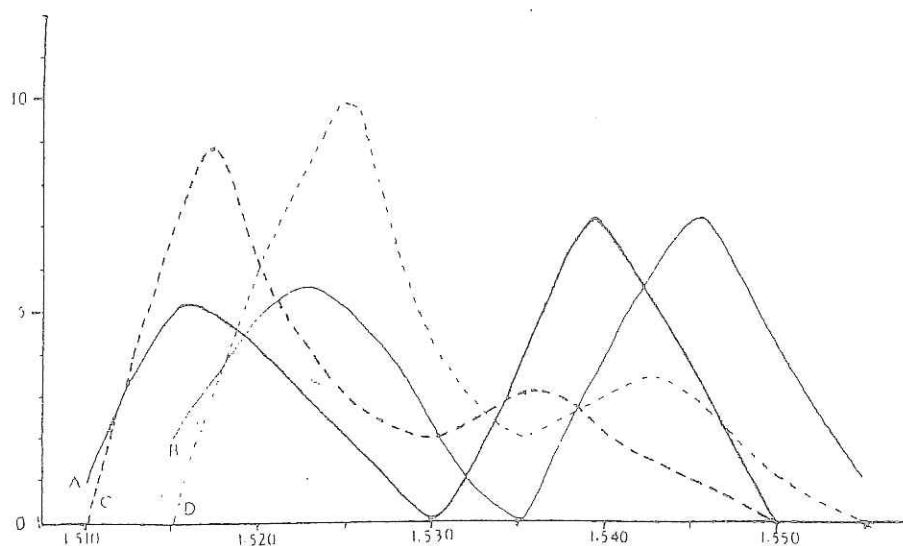
母岩を構成するものは石英、長石及び黒雲母の三種であつて、黒雲母が片状の結晶をなす外は石英も長石も共に他形にして、普通の花崗岩構造を示し、各構成礦物は4mm内外の大きさを有する。これ等のうち、石英は凹凸の多い不規則な外形を示すこと稀ならず、又往々長石と共にペグマタイト構造を示すが如き共生をなすものがある。白色光を写真用の黄色フィルターを通過せしめたものを光源として撰子二〇

度にて浸液法にて測定した屈折率は ϵ_{11} 一五五・一、 ω_{11} 一、五四二である。黒雲母は赤褐色を呈するものが大部分を占めるが、結晶の外辺では綠色のものがこれを累帶的に包むことがある。

又一部の結晶では葉片の甚だしく彎曲するものがある。石英と同様の方法を以つて浸液法にて測定した屈折率は η_{P11} 一、五七九、 η_{g11} 一、六二八である。石英には正長石と斜長石との兩種類がある。正長石は屢々分解し殊にその内部は雲の如く曇ることが稀でない。出来るだけ新鮮なものを選び浸液法にて測定した屈折率は α_{11} 一、五一六、 γ_{11} 一、五二四であつて普通なる正長石なることが分かる。斜長石は包裹物の分布の濃淡により僅かに不明瞭なる累帶構造を示すが、各累帶の光学性には大なる相違を認めぬ。然し聚片双晶は時に甚しく明瞭に発達し、浸液法による屈折率は α_{11} 一、五三九、 γ_{11} 一、五四六であつて $Al_2Si_2O_7$ なる組成を有する灰曹長石なることが分かる。

翻つて斑状をなす正長石に就て見るに母岩中に含まれるものに比すれば新鮮にして分解すること少なく、且つ劈開が著しく発達している。然し微斜長石に見るが如き格子状の構造は全然欠如している。尚その中に長石、石英、黒雲母等多くの包裹物を有することは既に述べた通りである。この正長石を内部に含まれる包裹物と共に粉末に碎き浸液法によつて屈折率を測定した結果によると、 α_{11} 一、五一八、 γ_{11} 一、五二五なる値のものが最も多く母岩中の正長石に較べると稍屈折率が高い。第十一図は母岩中の長石と斑状をなす長石（包裹される長石をも併せ含む）との屈折率を各々百二十個の個体に就き測定した結果を頻度曲線の図表に現わしたものであるが、この図で明らかなことは斑状長石の屈折率は母岩中のものに比し高いのみならず、斑状長石では正長石から曹達正長石に近い屈折率のものまで各種のものが認められるが、母岩中では α_{11} 一、五三〇、 γ_{11} 一、五三五なるが如き屈折率を有する長石が存在しないことである。

次に斑状長石中に包裹さるる礦物に就いて見るに、概ね2mm大にして、母岩中のものに比すれば一般に結晶が細かい。且つ常に新鮮であつて、長石に於いても母岩を構成するものの如く分解するものはない。又累帯構造及び双晶等も認められぬ。更にその結晶の外形も角立ちたるものが多い。浸液法による屈折率は石英で ϵ_{11} 一、五五一、 ω 11一、五四二、黒雲母では ηp 11一、五七八、 ηg 11一、六二七で、母岩中のものと全く均しきか殆んど大差ない。然し斜長石では α_{11} 一、



△第11図 母岩中の長石と斑状の長石との屈折率の比較
A=母岩中の長石の α 、B=同じ γ 、C=結晶中の長石の α 、D=同じ γ

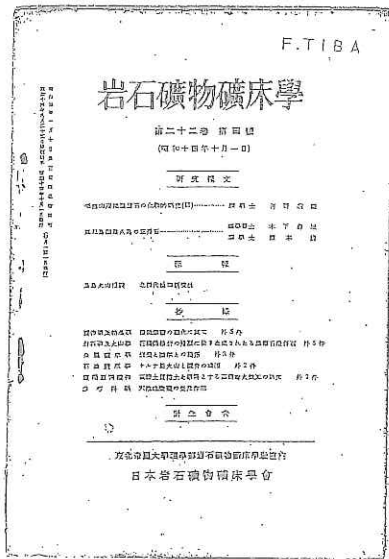
五三五、 γ_{11} 一、五四三のもの即ちAl₈₈Ar₁₂の如き組成の灰曹長石が最も多いが、この場合も単に α_{11} 一、五三五、 γ_{11} 一、五四三のものだけに限らず、夫れ以下 α_{11} 一、五三〇、 γ_{11} 一、五三五に至るあらゆる種類のものが認められる。然るに母岩中の斜長石では α_{11} 一、五三〇、 γ_{11} 一、五三五なるが如きものは全然存在しない。即ち此の斑状長石中の正長石及び斜長石を通じて見られる特徴は、正長石では斑状長石をなすものは母岩中のものに母して屈折率が高く、斜長石では斑状長石中のものが母岩のものよりも屈折率の低いことである。これ等の事實は正長石の場合も斜長石の場合も共に斑状長石中のものの方が母岩中のものよりも曹達に富むことを示すものであつて注意すべきことである。

結論

花崗岩は単にそれに相当する珪酸礦物の熔融体からは成生し難きことは周知の通りであつて、例えばその主成分礦物たる黒雲母、石英、長石の三者のうち黒雲母には H_2O のごとき揮発性成分がその組成中に含まれている故、当然その成生には H_2O の如き揮発性成分の共存を要し、又石英は八七〇度以上では存在し難く、珪酸の熔融体の固化する場合はこれより高い温度で結晶する故、熔融体より石英として晶出せしむるには、タングステン酸曹達若しくはタングステン酸加里の如き熔剤を用いて熔融体の温度を八七〇度以下に低下せしめねばならぬ。更に正長石及び酸性斜長石等はその組成中に揮発成分を含まず、且つ、一〇〇〇度以上でも安定なるに拘らず、その熔融体は結晶温度附近では甚だしく粘稠となり、これより正長石又は酸性斜長石を生ずることは實際上不可能である。然し之等の長石も熔融体に熔剤を加うれば之等を合成し得ることは実験的にも證明された所である。されば花崗岩の成生には普通の場合に於いても上述の如き熔剤ともなるべき揮発性

成分の存在を必要とするが、屋久島の斑状花崗岩に於けるが如く母岩中の石英と長石とは往々ペグマタイト共生をなし、又周囲の水成岩に對しては可なり顯著なる気成変質を行えるものにあつては、一層多量の揮発性成分の共存したことは想像に難くない所である。斯くの如き多量の揮発性成分を含む花崗岩質岩漿が晶化する際には、晶出作用の進むに従つて漸次残漿中に曹達の濃集が行われ、既に晶出した加里含有礦物が曹達により交代されることは、単に理論上ばかりでなく、天然に於ける多くの実例によつても證明される所である。

屋久島の斑状をなせる長石が母岩中の長石に比し曹達に富む事實も亦上記の場合の一例であつて、斑状をなせる長石は母岩の晶化せる後一層発揮成分の豊富となりたる曹達質の残漿より晶出せるものである。されば従来考えられたる如く斑状火成岩中には先づ斑晶の晶出が行われ、その後石基の固化を見るとの見解とは全然異なるものではあるが、斯くの如き結晶作用は混成岩の場合に於いては決して稀なりとせないのである。



▲掲載誌「岩石礦物の礦床學」表紙

- 注 1 西和田久學「種子島及び屋久島探検記」地学雜誌、七集八十卷、明治二十八年八月、四一一頁。
- 注 2 鳥山武雄「鹿児島屋久島の地質及び地理に就いて」地理学第二卷十一、十二号第三卷、一、三号、昭和九、十年。
- 注 3 矛盾生、「屋久島紀行」我等の礦物五卷十号、昭和十一年十月。
- 注 4 今村學郎、福井英一郎、「屋久島の研究その一、海岸段丘に關する二三の事實(豫報)——地形的研究、地理学評論八卷上、一号十二、二十三頁、昭和七年；S. Hanzawa, Topography and geology of the Riuku Islands. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. Second Series (Geology), Vol. 17, 1935 及び脚註(1)——(3)。
- 注 5 梶長及、梶長及の著「岩の地質博士及鑛谷田敏氏の採集品」。
- 注 6 Jorgensen, Journ. f. prakt. Chemie, 1872, (2) 14, 230; P. Groth, Chemische Krystallographie, V, 1919, S. 905.
- 注 7 Herapath, Phil. Magaz. 1852 f. (4), 3, 161; 4, 186; 9, 366, 16, 55; Haidinger, Poggendorfs Ann. d. Phys. 1853, 89, 250. X線に關する研究に關してはA.M. Mayer, Amer. Journ. Sc. 1893, (4) 1, 467.
- 注 8 C.D. West, Crystallography of herapathite, Am. mineral. 22, 131, 1937, 梶長Strong, Jour. opt. Soc. Am, 26, 256, 1936, Winans, Krause, Journ. opt. Soc. Am, 26, 233, 1936.
- 注 9 木下龜城「Polaroidの發明」科学知識十九「昭和十四年一月」六七頁。
- 注 10 B.M. Shau, On the use of "Polaroid" for photographing large thin sections in crossed polarized light. Am. Mineral. 21, 384, 1936.
- 注 11