石英、白雲母、時には電気石を含む単一型ペグマタイトである。(3) では 2 分されたそれぞれで長石の成分も異なる。(4) に於いては柴田秀賢の分類の晶洞型¹⁾に全く同じものであり水晶等自形を呈した結晶が知られている。しかし多くのペグマタイトの構造から考えて一般にはこれらが複合した形にて幾つもの累帯をもつこともあり、一つのペグマタイトの中でも部分的に異つた結晶作用が行われていることも想像される。

南滿洲弓長嶺地域の變成岩類

On the Metamorphic Rocks of Kung-Chang-Lin district, South Manchuria.

岩 崎 正 夫* (Masao Iwasaki)

Abstract ; 1. The metamorphic rocks of Kung-Chang-Lin district belong to the amphibolite to epidote-amphibolite facies.

2. Although existing with typical epidote-amphibolites, amphibole-schists, which are composed of almost exclusively amphibole, are appear to be in lower metamorphic grade than the former.

3. Leptitic rocks, originally thought to be composed of plagioclase-quartz-chlorite, or plagioclase-quartz-biotite, were produced by the pneumatolytic action of a subjacent rising granitic magma. These rocks exist as a continuous rock-bed intercalated between two banded iron-ore beds and their mineral compositions are varied locally.

4. Porphyroblasts of staurolite, almandine and biotite were developed in staurolite-almandine-mica schists by the metamorphic diffusion under distinct stress condition.

5. The pneumatolytic metamorphism related to microcline-granite (so-called Kung-Chang-Lin granite) occurred before the complete consolidation of its boundary facies. This view is favourable by the development of a quartz schist, which is distinctly of pneumatolytic origin, along the boundary of banded iron-ore and the granite.

I 岩石の種類とその配置

問題にしている地域内の岩石は、すべて變成岩と火成岩である。火成岩

1) 柴田秀賢、前出

* 徳島大学学芸学部地学教室

は斎藤林次¹⁾ による所謂弓長嶺型花崗岩と呼ばれる粗粒微斜長石花崗岩のみで、塩基性乃至超塩基性の明らかに火成岩類と認められる岩石はない。極く小さな lens として滑石片岩が見出される。

變成岩類は、種々の緑色結晶片岩類, leptite 質岩石層, 縞状鉄鈹 (酸化鉄** 一石英片岩類), 角閃岩類を主とする。

此等の變成岩類の上下に接して, 上記の弓長嶺型花崗岩から漸移する花崗片麻岩及び石英片岩が発達する。

此等の變成岩類は, 原生界に属し, 斎藤林次の女真系に該当するものである。

變成岩類は, その周囲を, 弓長嶺型花崗岩に包囲され (地質図参照), その片理面の走向は略々 NW-SE で, 傾斜は 60° 内外 NE に傾く単斜構造を示す。

見掛け上, 上部から下部に, 次の様な岩石が出現している。

1. 花崗片麻岩
2. 石英片岩
3. 酸化鉄 一 石英片岩 (縞状鉄鈹。富鈹体及び熱變成粗粒岩石²⁾を伴う)。
4. 緑泥片岩又は角閃岩,
5. 含角閃石一酸化鉄一石英片岩 (縞状鉄鈹。富鈹体を伴わない)
6. Leptite 質岩石,
7. 含角閃石一酸化鉄一石英片岩 (5, と同じもの。緑泥片岩と互層する 2 乃至 3 層,)
8. 角閃岩及び角閃岩類, 又は, 柎榴石一十字石一雲母片岩類,
9. 花崗片麻岩,

II 變成岩類の成分礦物の共存關係

1. 緑色片岩類³⁾ その含んでいる角閃石の性質と, 成分鈹物の種類の多少という観点から, 弓長嶺地域の緑色片岩類は, 2 種類が対立的に取上げられる。

一方は, 所謂 mono-mineral の岩石で, 陽起石片岩, 透角閃石片岩, grünerite 片岩がこれに属する。このうち, 陽起石片岩が最も厚く優勢に

1) 斎藤林次: 南滿洲先史武利亞界層序に就いて, 地質雜誌, 56巻, 656号, p.293, 1950.

** 磁鉄鈹の場合と赤鉄鈹の場合とがある。

2) Almandine, 綠泥石, 磁鉄鈹, 石英, grünerite 等よりなる粗粒塊状の岩石。鉄鈹及びこれに伴う岩石に就いては別報する予定。

3) 此の章で言う緑色片岩とは, 緑色の片状岩という意味である。

出て来る。透角閃石片岩 grünerite 片岩は略々一定の層準に小岩体としてはさまれる。

他方は、典型的な緑簾石角閃岩相に属する域内の角閃岩類である。

上記の 2 種類の間型のものとして、柘榴石一角閃片岩が、小岩体として出ている。

角閃岩類を除く、弓長嶺地域の緑色片岩類が、殆ど mono-mineral であることは著しい事実である。即ち、これらの岩石には、石英、斜長石を殆ど含まず、緑簾石は全然ない。つまり、極めて塩基性である。此の種 mono-mineral schist では silica 及び alumina が不足であり、 SiO_2 は存在する metal oxide 中に分散して使われ、その不足量が岩石の鉱物成分を支配する因子となつたと考えられる。往々にして、金紅石 (sagenite) を含み、透角閃石片岩にのみ、副成分として滑石が入つて来る。

産状よりして、これらの緑色片岩を水成岩と考えれば、この様な岩石の成分に該当すると考えられるものは、石灰岩-粘板岩系列に属するものであるが、 Al_2O_3 を含む鉱物を殆ど欠くことからして、鉄分のやゝ多い不純な苦灰岩質の岩石を考えるのが妥当であろう。

弓長嶺地域の 2 種の対立する緑色片岩の group では、その各々で、主成分鉱物たる角閃石の種類を異にする。角閃岩類中に見出される青緑色角閃石 ($\gamma=1.672$) は、多色性の強い、屈折率の高いもので、aluminous variety に属する。一方、角閃片岩中のものは、淡色の、緑色陽起石 ($\gamma=1.646$) 乃至透角閃石 ($\gamma=1.633$) である。

前者は、他の縞状鉄鉾地域で浅野五郎¹⁾によつて hastingsite とされ、花崗岩の影響によつて生成されたとされたものであるが、筆者は、此の地域のものについては、それが silica 及び alumina がより多い角閃岩類にのみ限られて産すること、その角閃岩が、域内の花崗岩の影響を明らかに受けても、その角閃石は粗粒となるだけで光学性にいささかも変化がないことなどよりして、本地域では、源岩の相違を重く取上げる。

一般には、aluminous amphibole は non-aluminous のものより変成度の高い岩石に見出されるが、厳密に言えば、Turner²⁾によると、片岩類中の陽起石は、所謂 aluminous actinolite (actinolitic hornblende) であつて、特に不完全な平衡、又は緑泥石化するには不十分な水の存在の場合 (stress による H_2O の逸出のため等) には aluminous となると言つ

1) 浅野五郎：青緑角閃石を含む縞状鉄鉾の研究、地質、33 5, 6号 1949

2) Turner, F. J.: Contribution to the interpretation of mineral facies in metamorphic rocks. Am. J. Sc. 24, 1935.

ている。

域内の、此の種の角閃石を含む角閃岩類は、種々の点よりしてそれが不完全な平衡にあるとは考えられない。即ち、或る一定の平衡状態にある岩石に於て、そこに変成作用が起り、此の平衡が破れて新しい平衡状態が生れる時源岩の所謂 *internal equilibrium* に差のある二種の岩石が同時に同程度の変成作用を受けると、新しく得られた平衡状態に差が出来ることは明らかである。但し、無限に永い時間をかければ、高変成度では両者の平衡状態の差は消滅すること勿論である。

Internal equilibrium assemblage が変成作用の行われる温度より高温の型に属する場合、*reconstitution* は *falling temperature* に対応し、その逆の場合は *rising temperature* に対応する¹⁾。

本地域の *aluminous amphibole* を持つ角閃岩類は火成源のもので、緑色陽起石を持つ片岩類は水成源のものであるとして説明したいと思う。

1) Harker, A: *Metamorphism*. p.192.

しかし、このことは、本来、此等の岩石及び角閃石の詳細な化学分析などをまつてはじめて論ずることが出来ることであるので、こゝでは一提言をなしておくにとどめる。

角閃岩類の著しい特徴は、無色の緑簾石を含むことで、域内の緑色片岩中、緑簾石を含むものは此の岩石のみである。

第 1 図 後期の花崗岩質物質の注入による角閃岩の角閃片麻岩化 (G; 花崗岩質物質, AG; 角閃片麻岩化した部分, Am; 緑簾石角閃岩, BI, 縞状鉄鉱)

此の緑簾石角閃岩は、花崗岩質物質の注入を受けて、第 1 図に示す様に角閃片麻岩となつている部分がある。

此の角閃片麻岩では、成分鉱物は角閃石が粗粒となる (長さ 2mm. に及ぶ。もとの岩石では 0.4~1mm.) が、その光学性には変化がない。黒雲母のみが新しく形成されていて、緑色の variety であり、緑泥石は少くなり、磁鉄鉱が増加する。

即ち、上記の角閃岩から、此の岩石えの変化に当つて、緑泥石→黒雲母の変化があつたが、その際 FeO が磁鉄鉱の形成に使われたために、黒雲母が Fe-poor な緑色のものと

第 2 図 此の図は定性的な概念図で量的関係を示さない。実線でつないだ鉱物は弓長嶺地域では互に共存することが出来る。

なつた。つまり、磁鉄鉍が形成され、余つた FeO が黒雲母中に入つたものである。

域内の緑色片岩中に於て、四種の角閃石族鉍物と、夫々共存する鉍物を図示すれば、第 2 図の如くである。

柘榴石角閃片岩は、独立の岩体として陽起石片岩中に小規模に出来るものであるが、やゝ特異な鉍物成分を示し、角閃石も二種類が共存する。即ち

青緑角閃石+grünerite>石英+曹長石>almandine>磁鉄鉍+緑泥石の成分を有し、全体として緑簾石角閃岩に比して、緑簾石を欠く代りに、almandine と grünerite を有するものである。

2. Leptite 質岩石 Eskola¹⁾ は、Orijarvi 地域の leptite に就て、それが、真の平衡に到達して生成されたものであると述べていて、後期の気成火成作用の影響に就ては、全くふれていない。

弓長嶺では、連続した 1 つの岩層となり、厚さ平均 40m. で角閃石縞状鉄鉍の間にはさまれて産する非常に淡い緑色から緑黒色までのさまざまな色の片状堅硬な岩石で、その色の差異はその成分鉍物が互いに漸移して甚しく違つていることによる。鉍物の並存関係を表示すると第 1 表の如くである。

第 1 表

		主 成 分 鉍 物						副 成 分 鉍 物				
		石英	斜長石	緑泥石	黒雲母	白雲母	微斜長石	電氣石	綠簾石	鉄鉍	燐灰石	
白雲母 化作用 ↓	8285	+	+	+				+				緑泥石 leptite
	8281	+	+		+	+	+	+				兩雲母 leptite
	8283	+	+		+	+	+	+	+			"
	8284	+	+		+	+	+	+		+	+	"
	8282	+	+	+		+	+	+				白雲母 leptite

勿論、本地域の leptite 質岩石は、Orijarvi のものと全く同一ではないが、筆者は、本地域の此の種岩石に就ては、次の様な後期の気成作用を示

1) P.Eskola : On the Petrology of the Orijarvi region in routhwestern Finland. Bull. Comm. géol. Finlande, N. 40, 1914.

す諸特徴をあげ得る。

(1) 片理面に平行に、巾 1 cm~1 m の石英脈乃至 pegmatite 脈が進入し、層々進入の様に見えることもある。2 つの石英脈にはさまれた部分には、暗緑黒色の陽起石質角閃石がおびただしく形成されている。

(2) 電気石微脈が片理面を横切ることもあり、また、石英脈中には電気石微晶が散点し、黄鉄鉱結晶も出来ている。

(3) 白雲母は変斑晶となることもあり、石英脈の周縁部に主として集中する傾向がある。片理の方向に並ばず、無関係に形成されていることが多い。緑色黒雲母を横切るものもあるし、平行連晶をなすものもある。

(4) 緑泥石は、甚しい白雲母化作用を蒙り、緑泥石は僅かに白雲母の一部をなしているに過ぎないものが多い。

(5) 微斜長石は、斜長石が、絹雲母によつて非常に汚濁されているにも拘らず、極めて新鮮である。

以上のことから、本岩石中の後生鉱物と考えられるものは、白雲母、微斜長石、電気石などである。これらの鉱物を差引けば、主成分鉱物として残るのは、石英、斜長石、緑泥石、緑色黒雲母であるが、このうち、緑泥石と緑色黒雲母との共生は全く見られない。緑泥石と緑色黒雲母とが互に移り変ることもない。これらは、共に、白雲母と平行連晶をする。これはこれらの二鉱物が共に白雲母化作用前に岩石中に形成されていたことを物語つていて、両者は、源岩の成分の差によつて共に安定に、他鉱物と平衡に、生じたものである。

つまり、白雲母化作用以前に存在した leptite では、石英—斜長石—緑泥石、又は、石英—斜長石—黒雲母の組合せが夫々安定に存在していたものである。

第 1 表に見る様に、微斜長石は必ず白雲母と共生し、共に後生鉱物であり、電気石は、無論、白雲母化作用の進んだ岩石に多くなる。逆に、緑泥石は消滅する。

3. 柘榴石—十字石—雲母片岩 極めて linear schistosity の著しいことと、殆ど完全な平衡に到達していると考えられることが著しい特徴であつて、後生鉱物としては、磁鉄鉱、石英があり、漸移しつつある鉱物はない。

域内の他の岩石よりも強い偏圧を受けていることは、その特異な鉱物成分とともに注目すべきことで、十字石、硬緑泥石等の鉱物の形成に際して、偏圧による Durchbewegung が触媒的に、反応を促進させるという考えを想起させるものである。

此の岩石の主要成分鉱物を A-C-F 三角図に投影すれば、略々 A-F 線上に並ぶ。(第 3 図)

顕微鏡下の観察から、変斑晶である十字石、黒雲母、柎榴石は石基鉱物である絹雲母、磁鉄鉱粒、硬緑泥石を expense して得られた metamorphic diffusion の産物であることが分る。このことの可能性は、A C F 三角図からも読み取ることが出来る。即ち、この事情は下の反応式で示される。

第 3 図 A: sericite, S: staurolite, Ch: chloritoid, G: almandine, B: biotite
F: FeO, C: CaO, An: anorthite

三角図では、 $C + F = G$ 。

三角図では、 $A + C = S$, $F + C = B$, 故に $A + F + 2C = S + B$ 。

変斑晶鉱物と石基鉱物との関係は、顕微鏡下で次の様である。

1. 黒雲母と柎榴石は、硬緑泥石の濃集している部分に生じている。
2. 変斑晶の周囲には、磁鉄鉱粒を全く欠く範囲が、大体0.05~0.2mmの巾で存在し、明瞭な metamorphic diffusion の痕跡を示している。石基全体には、微細な磁鉄鉱 dust が一面に散布されていて、岩石の灰色を呈する原因となつている。
3. 石英は変斑晶の周囲に集中することが多く、あたかも火成岩に於ける反応縁の如くである。これは上式から明らかな様に、変斑晶形成に際して作用した SiO_2 のうち過剰となつたものである。
4. 絹雲母、硬緑泥石は変斑晶の周囲に放射状に集合し、中心構造の様な観を呈する。

て、極めて微細な黒色電気石、径 5mm 内外の白雲母結晶を生じている。

石英は、波動消光が一般に著しいが、時に lens 状集合となり、その部分には、特に電気石及び斑晶状白雲母が多い。石英は等粒ではなく、再結晶して出来たものと思われる。時に、微斜長石を伴うことがあり、脈となつてゐることもある。石英粒は、巾 2mm 位の間隔で、絹雲母の band によつて境されてゐて、これが此の岩石の片状構造の原因となつてゐる。

此の様な石英片岩が、鉄鈹という様な、抵抗の強い solid な岩石に接して形成され、下盤側の緑色片岩に接しては、花崗片麻岩のみで、この様な片岩の薄層だに見られないことは興味深い。

微斜長石—粗粒花崗岩から漸移する花崗片麻岩には、黒雲母片麻岩、白雲母片麻岩、両雲母片麻岩等があり、これらは相互に推移する。一般に、微斜長石—粗粒花崗岩中の雲母の種類と、それから移り変わる花崗片麻岩中のそれとは一致する。

花崗岩は、極めて粗粒の pegmatite 質の岩石で、微斜長石、正長石 oligoclase ($A_{60}A_{40}$ 附近)、石英を主成分鈹物とし、雲母、燐灰石、赤鉄鈹を伴う。尙、赤鉄鈹—微斜長石脈が、岩石を網状に切り、この脈の中では microcline-perthite が見られる。

花崗片麻岩は、淡紅色の長石と石英から成る細粒の半花崗岩質の部分と、やゝ褶曲している淡緑色の雲母を主とする部分とが縞状になつてゐる。所謂 Ader-gneis 又は Arterite (Sederholm) と呼ばれるか、Venite (Holmquist) とも言うべき片麻岩である。

第 4 図に於ける I の部分 (Ader の部分) と II の部分との二種の薄片数枚に就て、各々の鈹物の量比を出したら第 2 表の様であつた。

第 4 図

Ader の部分 (I) では、微斜長石が極めて多量で、長石類の量比に就て見ると、I と II では目度その順序が逆になつてゐる。

両雲母片麻岩では、黒雲母は一般に白雲母と平行連晶している。黒雲母片麻岩では、必ず微斜長石を欠く。即ち、黒雲母と微斜長石とは、花崗片麻岩では、全く排他的である。此の点、leptite 質岩石とは異つてゐる。

第 2 表

	I	II
微 斜 長 石	53.4	5.8
石 英	18.7	25.1
正 長 石	12.8	8.6
雲 母 類	3.7	18.2
斜 長 石	3.5	42.3
黄 鉄 鉱	0.8	—

IV 綜 括

1. 本地域の変成岩類は、全体として、その変成度は角閃岩相～緑簾石角閃岩相に属する。

2. 微斜長石—粗粒花崗岩の影響によつて、黒雲母、白雲母、陽起石、電気石、微斜長石、鉄鉱などの後生鉱物を生じた岩石があるが、いずれも、そのために、変成度（温度の函数としての）の上昇又は低下はなかつた。域内の岩石の変成度の差は、源岩の internal equilibrium assemblage の差に依るのである。

3. 殆ど角閃石のみよりなる, mono-mineral 角閃片岩類が、典型的な緑簾石角閃岩と共存するが、これは、緑簾石角閃岩相よりも低い変成度のものである。

4. 青緑色角閃石 (hästingsitic) は、silica excess の片岩及び角閃岩類に出て来る。

5. 斜長石—石英—緑泥石と斜長石—石英—黒雲母の組合せを持つた leptyte 質岩石が花崗岩の気成作用の影響を受けて、部分的に著しく成分鉱物を異にしながら、よく連続した岩層として、縞状鉄鉱にはさまれて存在する。これが唯一の、本地域に於ける Salic な普通の意味の結晶片岩である。

6. 十字石—柎榴石—雲母片岩の、十字石, almandine, 黒雲母 変斑晶は、著しい偏圧の作用下に, metamorphic diffusion が行われて生じた。

7. 微斜長石—粗粒花崗岩による。変成岩類への物質の添加は、比較的各岩種に就て選択的であるが、FeO が最も共通的で著しい。

8. 微斜長石—粗粒花崗岩は、その boundary facies が固結する前に、pneumatolytic metamorphism が行われ、変成岩類との境界に沿つて、

気成石英片岩と所謂 Ader-gneiss とを生じた。

〔附言〕本研究は、終戦の一年前に始めたものであり、引揚の際、持ち帰ったメモにより、まとめたので不備の点が少なく、data も足りないものが多い。地図類も持ち帰れなかつたので、大体の記憶によるものである。引続き研究を進める際の、筆者の見通しとして抱いていた考えを本論文では、極めて大膽に述べたが、これは筆者の此のフィールドに対する未完の研究への愛惜の念である。

尚、本研究は旧旅順工科大学教授小倉勉博士の御指導の下に始められたものであり優れた field を撰択、指示されたことに対し、同教授に厚く感謝する次第である。

新 刊 紹 介

Tables for microscopic identification of ore minerals. By Utenbogaardt, W. 本書は反射顕微鏡下で鉱石鉱物を決定する場合に必要な鑑定表である。まづ鉱物は標準鉱物方鉛鉱、黄銅鉱及び黄鉄鉱に対する研磨硬度によつて大別され、各表は鉱物名、化学成分、結晶系、Talmage 硬度、反射度、色、腐蝕試験、その他順に列記せられている。表中鉱物の配列順序について一定の規約はないが、化学成分の類似したものは一群としてまとめられて居り、結晶系の項には同質異像の変移点が記載され、反射度の項には光度計接眼鏡で測定した空气中及び油浸の値、または光電管での測定値が挙げられ、色の項はすべて油浸の場合で、標準鉱物との比較、偏光多色性等が記されて居り、腐蝕試験の記載は比較的簡單で、最後の其他の項は他鉱物との反射度の比較、反射多色性の強さ、異方性、偏光色、内部反射、双晶、他鉱物との硬度の比較、共存鉱物とその共生関係、類似鉱物との相異等が記述されている。この外鉱物鑑定の便のために研磨硬度及び反射度の順序に鉱物を配列した 2 つの一覧表があり、又巻尾には現在尚その存在が確認されていない鉱物の説明や引用文献(441篇)及び索引がある。(本文 218 頁、1951 年出版、Princeton Univ. Press, 5.00 \$)[吉木]

Rock alteration as a guide to ore—East Tintic district, Utah. By Loveing, T. S., etc. 本書は Economic Geology の Monograph 1 で、上記著者の外 11 名の共同研究者によつてまとめられたものである。はじめに East Tintic 地方の層序、構造、鉱床について一般的な記述がなされて居り、本論たる変質作用については変質の時期変質の機構及びその化学探鉱への暗示等の立場から詳細な記載がなされている。その概略を述べれば次の様である。

当地方は古生代の珪岩、石灰質堆積岩第三紀漸新世の凝灰岩、集塊岩、石英ライト、石英モンゾー岩等よりなり、鉱床は古生層石灰質堆積岩中の鉛亜鉛交代鉱床及び珪岩中の黄鉄鉱質金銅鉱脈で、そのうち前者には顕著な熱水変質帯がみられ、鉱体と密接な関係を有している。その変質作用は 1) early barren stage, 2) middle barren stage, 3) later barren stage, 4) early productive stage, 5) productive (ore) stage の順に行なわれ、そのうち 1) の時期は石灰岩の白雲石化及び火山岩の緑泥石化であり、2) は粘土化作用、3) は古期堆積岩中のジャスペロイド・重晶石・黄鉄鉱・緑泥石化作用、及び火山岩類中のアロフェン・石英・重晶石・立方体式黄鉄鉱・方解石・鉄緑泥石化作用、4) は絹雲母・石英・黄鉄鉱化作用、5) は硫化物・硫アンチモン化物・硫砒化物・テルム化物・金等よりなる鉱石化作用で、之等は夫々同一通路を上昇して来た異つた熱水溶液によつて生成されたものである。母岩の変質は更に下降水によつても行なわれており、その化学的条件の相異により分解生成物を異にしている。著者はなほ変質作用を化学的方法によつて追求し、各変質時期に於ける成分の増減、惹いては熱水溶液の化学成分を論じている。(本文 64 頁、附図 5 葉、1949 年出版、Econ. Geol. Pub. Co 2.50 \$) [吉木]