

長野県, 藪原長石鉱山の交代性長石鉱床 —その産状と岩石記載—

須藤定久*・高木哲一**

SUDO Sadahisa and TAKAGI Tetsuichi (1994) Albitization at the Yabuhara Feldspar Mine, Nagano prefecture, central Japan : Its occurrence and petrography. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol.45(5), p.257-265, 7figs., 2tables.

Abstract: The Nagawa granite, a Cretaceous leucocratic granite pluton, contains albitized dikes which are locally mined as part of the Yabuhara Feldspar Mine. The albitized dikes are derived from aplitic granite dikes that intrude into the Nagawa granite ; individual albitized zones range from 1.5 to 2m wide, 400 to 500m long, and at least 200m in depth.

Rocks from the Yabuhara Feldspar Mine can be divided into following three types in terms of the relative degree of albitization;

(1) *Aplitic granite*: Fine-grained, unaltered rock. This rock contains quartz, plagioclase, K-feldspar, biotite and ilmenite. This is the unaltered host rock to the albitized rock.

(2) *Albitized aplite*: This rock contains quartz, albite and K-feldspar. The modal amount of each mineral is approximately equivalent although the majority of mafic mineral phases have been completely altered.

(3) *Albitite*: This rock is mostly composed of albite and K-feldspar, or locally just albite. Most of the quartz has been replaced by feldspars.

The greater part of the Yabuhara Feldspar Mine is composed of albitized aplite. The albitite occurs in either linear or irregular zones ranging from 0.1m to 2m in width within the albitized aplite. Remnants of aplitic granite often occur along the margins of the albitized zones or as elliptical inclusions within the albitized aplite. Zones of albitite commonly increase in width with increasing depth. Each of the above rock types has a well defined contact.

Plagioclase of the aplitic granite shows compositional zoning, ranging from An_{54} to An_4 . However, plagioclase of the albitized aplite or albitite is more homogeneous in composition, ranging from An_{10} to An_0 . Two-feldspar geothermometry for the albitized aplite and albitite suggests that the albitization took place at temperature between 460 to 290°C. Whole-rock chemical changes associated with albitization include leaching of Si, Ca, and metal elements such as Fe and Mg, and the introduction of Na, (K), and Al.

The field relationships, petrographic characteristics suggest that the hydrothermal fluids thought responsible for the albitization were associated with the aplitic granite activity.

要 旨

藪原長石鉱山の長石鉱床は、奈川花崗岩に貫入する

アプライト岩脈が、熱水変質により長石化したものである。鉱床を構成する岩石は、その変質の程度から次の3種類に分類される。

* 鉱物資源部

** 鉱物資源部(科学技術特別研究員)

Keywords: albitization, albitite, feldspar deposit, granite, metasomatism, hydrothermal fluid, Nagano prefecture

- 1) 強変質部: 純白色の殆ど長石類のみからなる岩石。
- 2) 弱変質部: アプライトからマフィック鉱物が消失したもので、ほぼ等量の石英、曹長石、カリ長石からなる。
- 3) 非変質部: アプライト～石英斑岩。ほぼ等量の石英、斜長石、カリ長石及び黒雲母、チタン鉄鉱などからなる。

強・弱変質部に含まれる斜長石はコア・リムにかかわらず曹長石の端成分に近い組成を持ち、2長石温度計による平衡温度は350°C前後を示す。

長石化部が岩脈に限定されていること、下方ほど長石化の程度が上昇していることから、長石交代作用をもたらした熱水は周囲の粗粒花崗岩から供給されたのではなく、アプライト岩脈の活動に伴って下方から供給されたものと考えられる。

1. はじめに

藪原長石鉱山は、長野県の南西部、木曾郡木祖村(JR中央線藪原駅北北西約12km)にある我国の代表的アプライト長石鉱山である。この鉱床は1969年頃に発見されたもので、同年に地質調査所によって現在稼行対象となっている2本のアプライト脈の賦存が確認された(岡野・向井, 1971)。岐阜県瑞浪市釜戸長石鉱山の鉱量の枯渇に伴い、その代替資源として開発が開始され、現在、丸沼釜戸鉱業協同組合により、陶磁器の釉薬原料として坑内で採掘が続けられている。

筆者の1人須藤は、1992年に関東通商産業局の中小鉱山合理化指導の一環として、藪原長石鉱山を調査する機会を得、鉱床の産状を検討した(須藤・村田, 1992)。この結果、本鉱山の長石鉱床は(1)単なるアプライト岩脈ではなく、アプライト岩脈が熱水変質作用を受けて形成されたものであること、(2)鉱床下部では変質作用が強く、交代作用によって形成されたと考えられる殆ど長石のみからなる特異な長石質岩が広く分布していること、が判明した。この結果は、関東通商産業局および関東地方非金属鉱物資源対策委員会(1991)に報告され、化学分析によりこの特異な長石質岩の存在が確認された。

その後、筆者らは鉱石の記載と鉱山周辺地域の花崗岩類の概査をすすめ、鉱床が形成された地質学的・岩石学的背景と鉱床の産状、形成条件の概要を把握した。国内ではこの種の長石鉱床の研究例が殆どないことから、本論では、まず本鉱床の産状と岩石記載を中心に報告する。

2. 地質概説

藪原長石鉱山付近の地質は、美濃帯堆積岩類、これを貫く花崗岩類(奈川花崗岩)、これらを覆う第四紀火山岩類および崖錐性堆積物からなる(第1図)。

美濃帯堆積岩類: 本地域に分布する美濃帯堆積岩類は塊状砂岩あるいは砂岩・泥岩互層を主体とし、全体としてNE-SW方向の走向、40~80°NWの傾斜を示す(大塚, 1985; 山田ほか, 1989)。放散虫による堆積年代は、三畳紀中世からジュラ紀新世を示す(大塚, 1985)。後述する奈川花崗岩の周囲では、軽微なホルンフェルス化が見られる。

花崗岩類: 藪原長石鉱山を胚胎する花崗岩は、奈川花崗岩(片田ほか, 1961)と呼ばれ、木祖村小木曾から梓川流域まで南北約20km、幅5~10kmにわたって広く分布する(山田ほか, 1989; 1990)。この岩体の放射年代の報告はないが、山田ほか(1990)では岩相の類似する南方の苗木・上松花崗岩と対比させて白亜紀後期から古第三紀初期の岩体としている。奈川花崗岩は粗粒黒雲母花崗岩を主体とし、岩体の中央部から南西部には細粒黒雲母花崗岩が粗粒花崗岩を貫いて広く分布する(第1図)。鉱床付近では幅3m以下のアプライト岩脈が多数認められる。細粒黒雲母花崗岩とアプライト岩脈は、産状が密接に伴っていること、岩相が類似することから、同一のマグマに由来するものと考えられる。

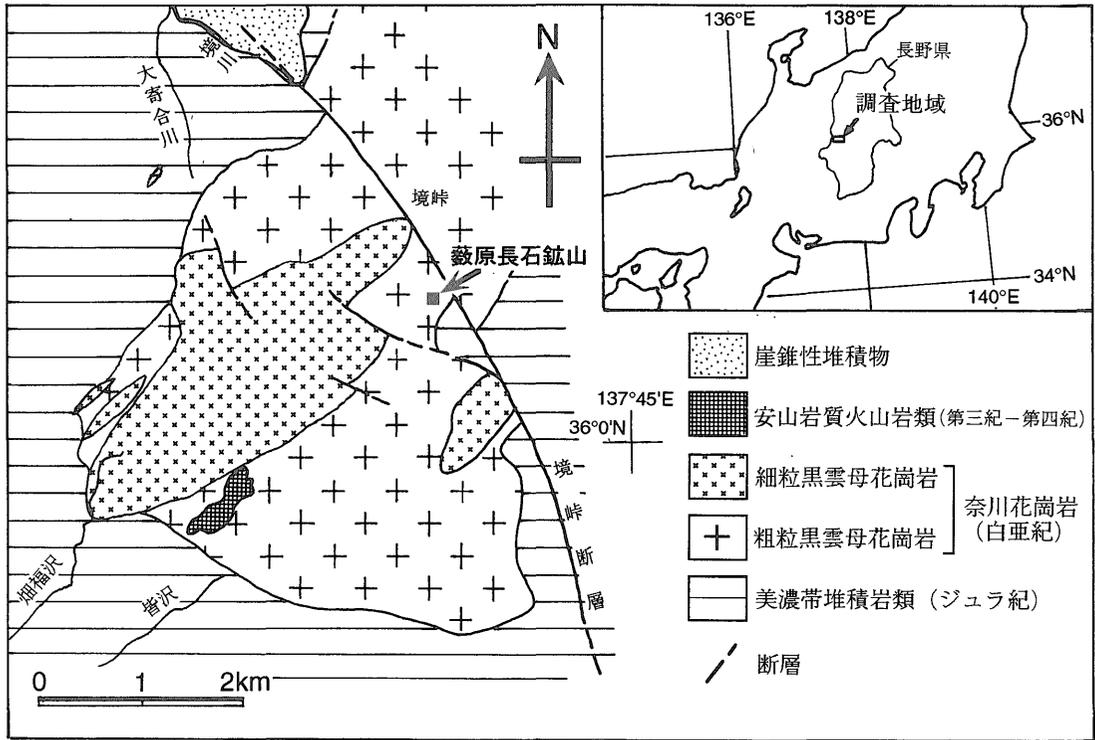
火山岩類: 本地域の中央部には、安山岩質火山岩類が奈川花崗岩を覆って分布する。この火山岩類は、山田ほか(1990)によれば鮮新世-更新世前期の地蔵峠火山岩類に対比される。鉱床付近には幅2~3mの玄武岩岩脈が花崗岩中に観察されるが、貫入時期は未詳である。

3. 産状と岩石記載

3.1 鉱床の産状

藪原長石鉱山の長石鉱床は、奈川花崗岩中に貫入するアプライト岩脈が変質したもので、それらの岩脈のうち2本の規模の大きなものが鉱床として開発されている(第2図)。鉱床は、第2坑(坑口の標高1464m)、第1坑(坑口の標高1434m)、第0坑(坑口の標高1422m、坑道展開部の標高1407m)が開削されており、北側の第1鉱床が上記3坑により、南側の第2鉱床が第0坑と第1坑により稼行されている(第2図)。

鉱床を胚胎する岩脈の規模は、第1表の通りである。鉱床を構成する岩石は、肉眼的な変質の程度に基づき、純白色でほとんど長石のみからなる強変質部(本報では長石鉱と呼ぶ。鉱山での通称は“ソーダ長石”。以下同様)、マフィック鉱物が消失し、石英と長石類からなる弱変質部(変質アプライト、“藪原長石”)、非変質部(アプライト、“青石”)に区分される。強変質部は、第1鉱床、第2鉱床ともに第0坑東部で脈幅一杯に広く分布するほか、その周囲や第1鉱床の中央部分では割れ目に沿っ



第1図 藪原長石鉱山周辺の地質概略図。

Fig. 1 Map of geology around the Yabuhara Feldspar Mine, Nagano Prefecture, central Japan.

た細脈として分布する(第3図)。弱変質部は強変質部を取り巻いて岩脈全体に広く分布している。弱変質部は第2鉱床の第0坑西部にのみ分布する。非変質部は通常、岩脈の急冷縁および弱変質部中の球状残存物として出現する。第2鉱床では、西方に向かって次第にその量を増し、脈全体が非変質部へと移化している。石英脈は、変質アプライト中にはほとんど見られないが、強変質部には幅2~3cmのものがしばしば観察される。

観察された鉱脈や強変質部の形態、断層による変移の状況、脈の分岐状況などについての詳細は第3図A~Dに示した。

第1表 藪原長石鉱山における長石鉱床の規模。
Table 1 Size of feldspar deposits of the Yabuhara Feldspar Mine.

鉱床名	長さ	脈幅	走行	傾斜
第1鉱床	500m	1.4~1.8m	N45°~75°E	60°~90°NW
第2鉱床	450m	1.4~1.8m	N45°~75°E	60°~90°NW

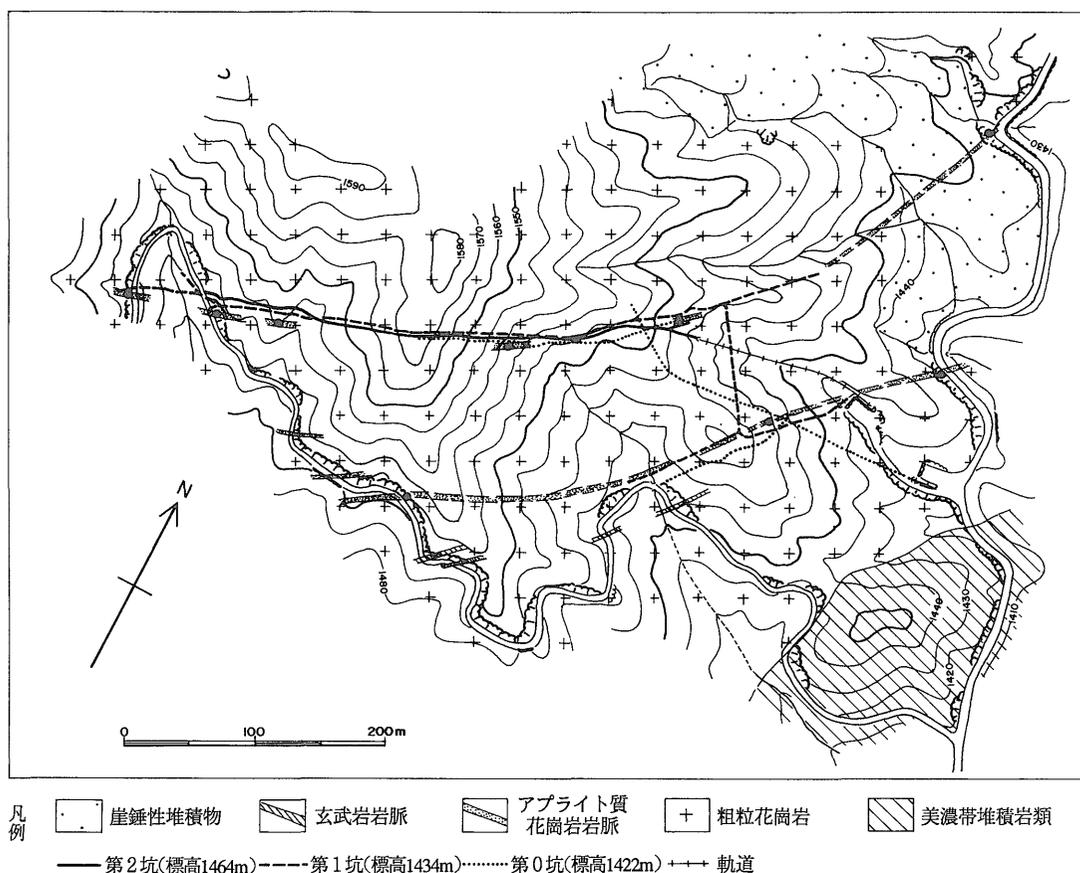
(岡野・向井(1971)を一部改編)

3.2 岩石記載

粗粒黒雲母花崗岩：径1mm~10mmのグレインからなる等粒状~弱斑状岩石で、斜長石、カリ長石、石英の量比はアダメロ岩に相当する。カリ長石は細かいパーサイト状組織を示す。マフィック鉱物は黒雲母を主体とし、稀に普通角閃石を含む。副成分鉱物は、褐簾石、アパタイト、ジルコン(一部モナズ石?)、チタン鉄鉱である。

細粒黒雲母花崗岩：径1mm~5mm程度のグレインからなる岩石で、通常等粒状組織を呈するが、局所的に楕円形の石英及び自形~半自形の斜長石(共に径5mm~10mm程度)を斑晶に持つ斑状組織を呈する。ほぼ等量の斜長石、カリ長石、石英と少量の黒雲母から構成される。副成分鉱物は、アパタイト、ジルコン(一部モナズ石?)、チタン鉄鉱、褐簾石である。この岩相は藪原長石鉱山からは産出せず、鉱山の西側に広く露出する(第1図)。

アプライト(“青石”)：構成鉱物の種類、量比は細粒黒雲母花崗岩に類似するが、組織がより細粒緻密である。局所的に自形~半自形の石英、斜長石の斑晶(径5~10mm)が含まれ、石英斑岩様の岩相を呈する。カリ長



第2図 薮原長石鉱山, 平面図。須藤・村田(1992)から引用(一部改変)。

Fig. 2 Geologic map of the Yabuhara Feldspar Mine. The map is slightly modified after Sudo and Murata (1992).

は微細なパーサイト状組織を示し、新鮮な試料の破断面では“月長石”様の光沢を示すことがある。副成分鉱物は、アパタイト、ジルコン(一部モナズ石?), チタン鉄鉱、褐簾石が含まれる。黒雲母中に褐簾石が包有される場合は、周囲に明瞭な多色性ハローを形成する。

変質アプライト(“薮原長石”)：熱水変質によりアプライトのマフィック鉱物が消失し、純白色の長石中に多量の淡灰色石英が散在する組織となっている。X線回折試験から、この岩石はほぼ等量の石英、曹長石、カリ長石から構成される(第4図A)。カリ長石は微細なパーサイト状組織を示し、微斜長石は観察されない。

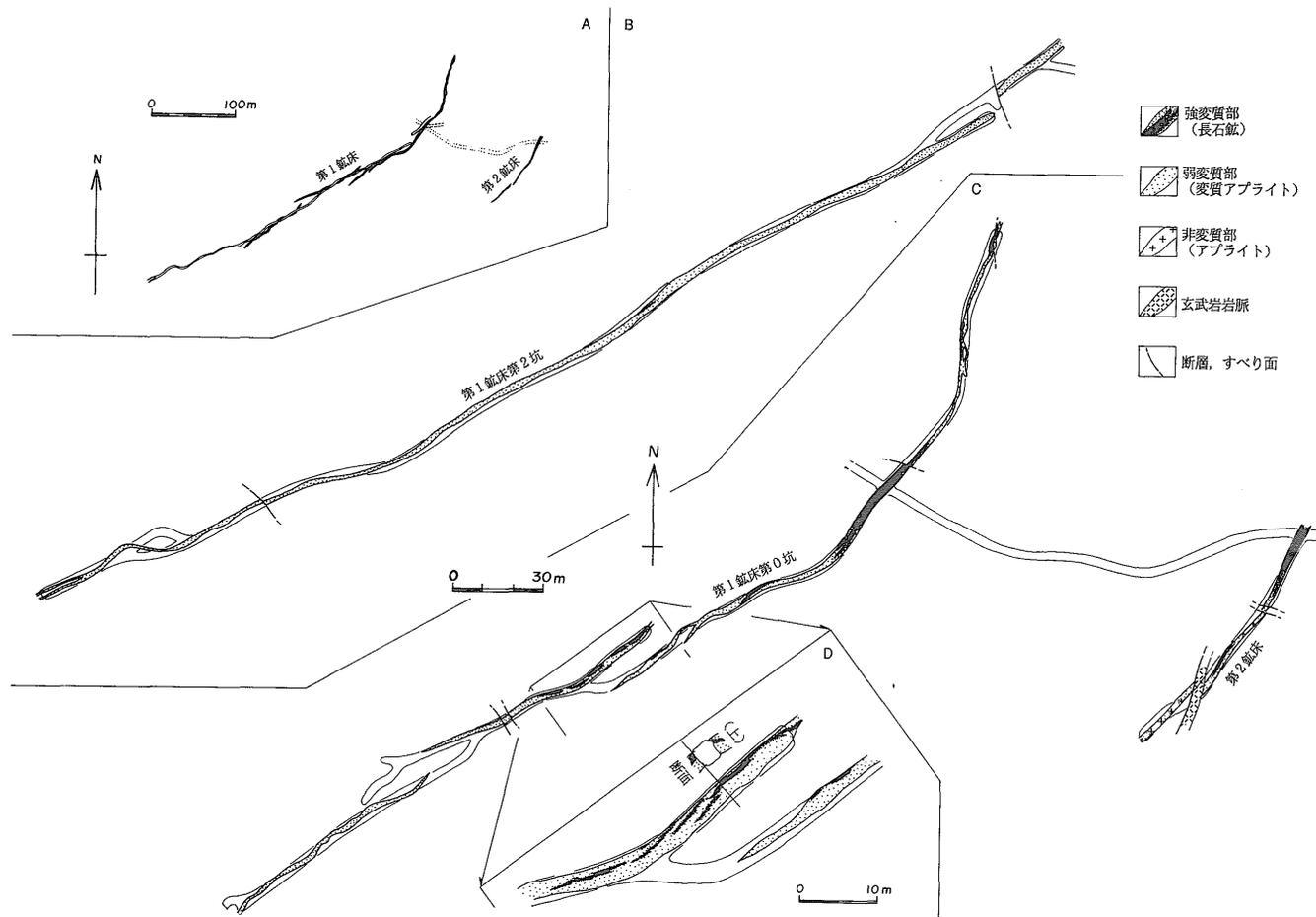
長石鉱(“ソーダ長石”)：径1mm以下の長石類のみからなる、いわゆる“アルビタイト”に相当する岩石である。この岩石は、産出量が少ないこと、Na分が高すぎることから現在は利用されていない。X線回折試験による鉱物量比の測定によると、肉眼的に同一に見える長

石鉱が、ほぼ等量の曹長石、カリ長石からなるもの(第4図B)と、ほとんど曹長石からなるものの2種類が存在する(第4図C)。しかし、双方がどのような産出状態を示すのかについては、今のところ不明である。曹長石には累帯構造がほとんど見られず、やや変質して白濁していることが多い。カリ長石は変質アプライトと同様、微細なパーサイト状組織を示す。少量の方解石が間隙充填状に含まれることがある。この岩石はcavityが多く、その中に微細な曹長石の自形結晶が成長していることがある。

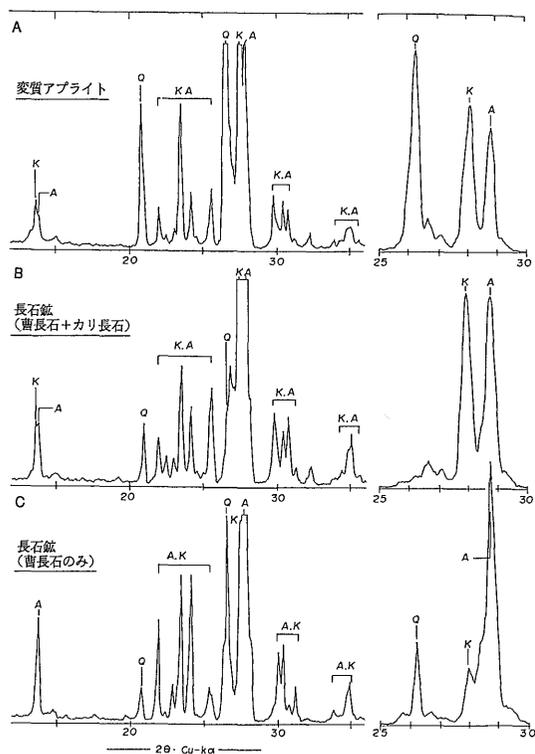
4. 岩石・鉱物の化学組成

4.1 主成分組成

長石質岩の化学的特性を把握するために、坑内から採取した粗粒黒雲母花崗岩1、アプライト1、長石鉱(ソーダ長石)2、変質アプライト2、合計6試料について化学分



第3図 藪原長石鉱山，坑道展開図および各変質部の分布状況。須藤・村田(1992)から引用(一部改変)。
 A: 坑道全体の平面図。第1鉱床の第0坑と第2坑は同一の鉱脈を標高差60mで掘削しているため，両坑は重複して書かれている。B: 第1鉱床第2坑展開図。C: 第1鉱床第0坑および第2鉱床展開図。D: 第1鉱床第0坑，鉱脈分岐部の拡大図。
 Fig. 3 Plan and cross sections of the Yabuhara Feldspar Mine. The map is slightly modified after Sudo and Murata(1992).
 A: Plan of the Yabuhara Feldspar Mine. B: Cross section of no.1 deposit, level-2. C: Cross section of no.1 deposit, level-0 and no.2 deposit. D: Detailed cross section showing relationships of albitite, albitized apatite and aplitic granite at no.1 deposit, level-0.



第4図 代表的サンプルのX線回折パターン。須藤・村田(1992)から引用(一部改変)。
 回折条件: 40kv, 150mA, Cu-K α 1. スリット系: 1°-1°-0.3mm, フルスケール: 3000カウント/秒(左図), 8000カウント/秒(右図),
 回折速度: 16°/分(左図), 8°/分(右図), 鉱物名の略称: Q=石英; K=カリ長石; A=曹長石。

Fig. 4 X-ray diffraction patterns of albitite and albitized aplite from the Yabuhara Feldspar Mine.
 Analytical conditions: voltage=40kv, current=150mA, Cu-K α 1, slit=1°-1°-0.3mm, speed=16°/min. (left), 8°/min. (right), time constant=0.1sec., full scale= 3000cps(left), 8000cps(right). Abbreviations: Q=quartz; K=K-feldspar; A=albite.

析を行った。分析はフィリップス製PW1404型蛍光X線分析装置を用い、Togashi (1989)の方法(一部変更)により行った。分析結果は第2表に示した。

変質アプライト(藪原長石)と粗粒花崗岩及びアプライトの組成を比較すると、変質アプライトはマフィック鉱物、Ca斜長石が消失したことを反映して、Fe₂O₃、CaOが減少し、アルカリ元素がやや増加している。長石鉱ぶはさらにSiO₂が減少し、Al₂O₃が大幅に増加しており、石英が長石類に交代されていることを反映している。これらの特徴はノルム組成にも明瞭に反映しており、変質

アプライトとアプライトは、顕著な差異は認められず、石英約30%、カリ長石30~34%、曹長石33~35%となっている(第2表, No.3, 4, 5)。一方、長石鉱では、前述した曹長石に卓越するタイプ、曹長石とカリ長石からなるタイプ共に長石分が極めて高く、80%を超えているが、石英分は変質アプライトより大幅に減少している(第2表, No.1, 2)。

4.2 鉱物組成

斜長石、カリ長石の組成をEPMAにより分析した。分析は、奥村・曾屋(1976)の方法に従った。

長石類の組成は、非変質岩と長石質岩の間で際立った差異が見られる(第5図)。斜長石では、非変質岩(粗粒花崗岩・アプライト)がAn₅₀を超えるコアからAn₅程度のリムまで幅広く変化するのに対し、長石質岩(変質アプライト・長石鉱)ではコア・リムにかかわらず全てAn₁₀以下の、曹長石の端成分に近い組成を示す。カリ長石も同様で、長石質岩中のカリ長石は、非変質岩と比べて正長石の端成分に近い組成を示す。

共存する斜長石とカリ長石の平衡温度をWhitney & Stormer (1977)の方法により圧力を1kbと仮定して計算すると、非変質岩(粗粒花崗岩・アプライト)では358°C~617°C(平均486°C)、長石質岩(変質アプライト・長石鉱)では291°C~453°C(平均358°C)を示し(第6図)、後者の方が前者に比べて顕著に低い温度、狭い温度幅を示す。これは、長石交代作用が350°C前後の限定された温度条件下で比較的均一に進行したことを示唆している。

5. 考察

以上に述べた長石化部の産状、長石質岩の性質により、本長石質岩の成因は、アプライトの岩脈が、Na, Alに富む熱水溶液による交代変質作用を受けて形成されたことが考えられる。その形成過程は、おおよそ次のように推定される。

- 1) 黒雲母花崗岩中にアプライトが貫入し、岩脈を形成した。
- 2) この岩脈中をNa, Alに富む熱水溶液が上昇し、アプライトを交代し、変質アプライト(藪原長石)を形成した。
- 3) 熱水の通路に沿った部分は、より強い交代作用を受け、長石鉱(ソーダ長石)を形成した。
- 4) 2長石温度計から推定した長石交代作用のピークの温度は、350°C前後であったと推定される。

長石化部が、粗粒花崗岩を岩脈状に貫くアプライトにほぼ限定されていることから、熱水が周囲の粗粒花崗岩から直接もたらされたとは考え難く、長石交代作用をも

第2表 藪原長石鉾山産岩石の全岩主化学組成およびC, I, P, W. ノルム組成.

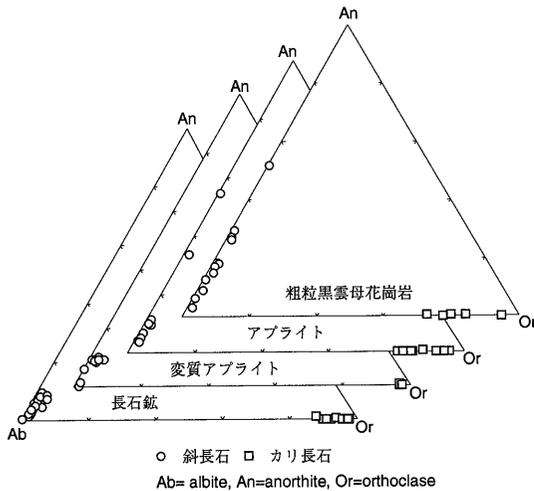
Table 2 Representative chemical and normative compositions of albitite, albitized granite and host rocks from the Yabuhara Feldspar Mine.

Sample No.	長石鉾		変質アプライト		アプライト岩	粗粒花崗岩
	1	2	3	4	5	6
SiO ₂ (wt%)	70.53	67.74	75.73	76.14	75.75	74.47
TiO ₂	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.19
Al ₂ O ₃	17.98	18.16	13.91	13.44	13.28	13.25
FeO*	0.13	0.09	0.10	0.09	0.68	1.87
MnO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.03	0.04
MgO	0.05	0.05	0.01	n.d.	0.05	0.39
CaO	0.10	0.08	0.30	0.37	0.43	1.92
Na ₂ O	11.17	3.98	4.15	3.97	4.01	3.36
K ₂ O	0.13	8.25	5.79	5.52	5.12	3.71
P ₂ O ₅	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04
L.O.I.	0.62	0.77	0.39	0.34	0.34	0.50
Total	100.75	99.15	100.41	99.89	99.73	99.74
C.I.P.W. ノルム組成						
Q (wt%)	6.40	12.76	28.80	31.09	31.29	34.69
or	0.77	48.76	34.22	32.62	30.26	21.93
ab	91.76	33.68	35.12	33.59	33.93	28.43
an	-	0.27	1.42	1.77	2.07	9.26
C	-	2.58	0.29	0.29	0.38	0.31
di(wo)	0.13	-	-	-	-	-
(en)	0.05	-	-	-	-	-
(fs)	0.08	-	-	-	-	-
hy(en)	0.08	0.12	0.02	-	0.12	0.97
(fs)	0.14	0.15	0.15	0.16	1.25	3.19
il	0.02	0.02	0.04	0.02	0.06	0.36
ap	0.07	0.05	0.02	0.02	0.02	0.09
ns	0.64	-	-	-	-	-
Total	100.13	98.38	100.02	99.55	99.39	99.24

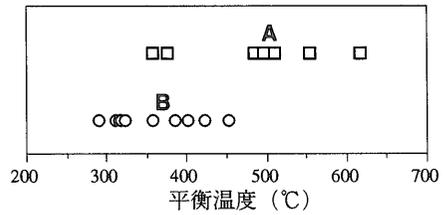
FeO*: 全鉄をFeOとして計算したもの.

略号: アプライト岩=アプライト質花崗岩; L.O.I.=loss on ignition; n.d.=not detected.

ノルム鉱物: Q=Quartz; or=Orthoclase; ab=Albite; an=Anorthite; C=Corundum; di=Diopside; wo=Wollastonite; en=Enstatite; fs=Ferrosilite; il=Ilmenite; ap=Apatite; ns=Sodium metasilicate.



第5図 斜長石, カリ長石の化学組成. 斜長石 = Ab-An辺, カリ長石 = Ab-Or辺.
Fig. 5 Chemical compositions of feldspars from the Yabuhara Feldspar Mine.



A: 粗粒黒雲母花崗岩, アプライト
B: 長石鉾, 変質アプライト

第6図 2長石温度計(Whitney & Stormer, 1977)による斜長石・カリ長石の平衡温度. 圧力は1 kbと仮定して計算.

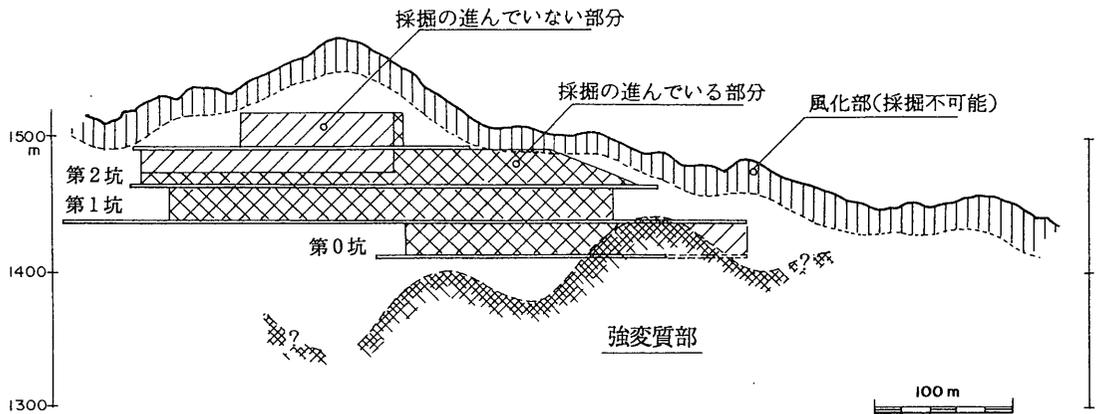
Fig. 6 Two-feldspar geothermometry at 1 kb (from Whitney & Stormer, 1977).

たらしめた熱水はアプライト及びアプライトと同源と考えられる細粒黒雲母花崗岩の後マグマ活動に伴って下方から供給されたものと考えられる。これは、鉾床の産状からも支持される。すなわち、本鉾床の第1鉾床第2坑と第0坑は、同一の岩脈を約60mの標高差で掘削しているが、第2坑にはほとんど認められない長石鉾が、第0坑ではかなりの規模で露出しており(第7図), 長石化の程度が岩脈の下部に向かって上昇している。このことは、熱水の供給源が下方にあったことを示唆している。

長石交代作用の結果、アプライト中に含まれていた多量のSi, Caのほか、Fe, Mgなどの金属元素が上方に移動したはずである。それらの移動した物質の行方については、削剝によって知ることはできないが、強変質部およびそれを取り巻く変質部中に、長石交代作用に伴って形成されたと考えられる多数の石英脈が発達することから、長石化部の上方にも同様な石英脈が形成されていた可能性がある。

花崗岩類の長石化作用については、1970年代以前に主にロシアの学者によって詳細な研究がなされ、グライゼン鉾床、金属鉾化作用との関係が議論された(スミルノフ, 1976)。近年、長石化作用をもたらした熱水溶液の性質やそれに伴う物質移動について、中国、インドネシア、北部オーストラリアの例が詳細に検討され(例えば Charoy & Pollard, 1989; Schwartz & Surjono, 1990; Schwartz, 1992)、長石交代作用がSn-W鉾化作用及び一部のレアメタル鉾化作用と密接に関連していることが指摘された。このことは、長石交代作用が金属鉾化作用の根源として極めて重要であることを示唆している。

筆者らの予察的検討によれば、西日本を中心に多くの長石(アルビタイト)鉾床が賦存しており、この種の鉾床



第7図 蕨原長石鉱山の模式断面図。須藤・村田(1992)から引用(一部改変)。
 Fig. 7 Schematic cross section of the Yabuhara Feldspar Mine. The map is slightly modified after Sudo and Murata(1992).

の研究は日本においても極めて重要である。にもかかわらず、今まで詳細な記載例はほとんど報告されていない。本論で詳述したように、蕨原長石鉱山は、その産状・岩相間の相互関係の細かい解析が可能である数少ない鉱山であることから、本邦における長石交代作用の模式地の1つとすることができる。

本論では、主として産状と岩石記載を報告したが、より詳細な岩石・鉱物学的検討は別報にて論ずる予定である。

6. まとめ

蕨原長石鉱山の長石鉱床は、奈川花崗岩に貫入するアプライト岩脈が、熱水変質により長石化したものである。鉱床を構成する岩石は、その変質の程度から次の3種類に分類される。

- 1) 強変質部(長石鉱, ソーグ長石): 純白色の殆ど長石類のみからなる岩石。
- 2) 弱変質部(変質アプライト, 蕨原長石): アプライトからマフィック鉱物が消失したもので、ほぼ等量の石英, 曹長石, カリ長石からなる。
- 3) 非変質部(アプライト, 青石): ほぼ等量の石英, 斜長石, カリ長石及び黒雲母, チタン鉄鉱などからなる。

非変質部に含まれる斜長石が、 An_{50} 以上のコアから An_5 程度のリムまで幅広く変化するのに対し、強・弱変質部に含まれる斜長石はコア・リムにかかわらず An_{10} 以下の曹長石の端成分に近い組成を持つ。また、2長石温度計による平衡温度は、長石交代作用が350°C前後の温度を中心に進行したことを示している。長石交代作用に伴う全岩組成の変化から、アプライトから多量の Si,

Ca及びFe, Mgなどの金属元素が上方に移動したと考えられる。

長石化部が岩脈に限定されていること、下方ほど長石化の程度が上昇していることから、長石交代作用をもたらした熱水は、周囲の粗粒花崗岩から供給されたのではなく、アプライトの活動に付随して供給されたものと考えられる。

謝辞: 本研究を行うにあたり、丸沼釜戸鉱業組合および中島鈕三氏を始めとする蕨原長石鉱山の皆様には様々なご協力を頂いた。ここに深く感謝申し上げます。

文 献

- Charoy, B. and Pollard, P.J.(1989) Albite-rich, Silica-depleted metasomatic rocks at Emuford, Northeast Queensland: Mineralogical, geochemical, and fluid inclusion constraints on hydrothermal evolution and tin mineralization. *Econ. Geol.*, vol.84, p.1850-1874.
- 片田正人・磯見 博・山田直利・村山正郎・河田清雄(1961) 中央アルプスとその西域の地質, その3: 領家帯の地質構造. *地球科学*, vol.57, p.17-23.
- 関東地方非金属鉱物資源対策委員会(1991) 長野県木曾郡木祖村地域(蕨原長石鉱山). 長石鉱床賦存状況調査報告書, p.45-59, 関東通商産業局.
- 岡野武雄・向井清人(1971) 長野県木曾郡木祖村蕨

- 原長石鉍床調査報告書。地下資源調査報告
1969年，p.1-8，長野県商工部。
- 奥村公男・曾屋竜典(1976) 自動 EPMA による珪
酸塩鉍物の定量分析。鉍物学雑誌，12巻特
別号，p.116-124。
- 大塚 勉(1985) 長野県美濃帯北東部の中・古生
界。地質学雑誌，vol.91，p.583-598。
- Schwartz, M.O. (1992) Geochemical criteria for
distinguishing magmatic and metaso-
matic albite-enrichment in granitoids -
examples from the Ta-Li granite Yichun
(China) and the Sn-W deposit Tikus (In-
donesia). Mineral. Deposita, vol.27, p.101
-108.
- and Surjono (1990) Greisenization and
albitization at the Tikus tin-tungsten
deposit, Belitung, Indonesia. Econ. Geol.,
vol.85, p.691-713.
- 須藤定久・村田博顕(1992) 薮原長石鉍山合理化指
導報告書。関東通商産業局，18p。
- スミルノフ，V. I. (1976) アルビタイトーグライ
ゼン鉍床。新版鉍床地質学，渡辺武男監訳，
岸本文男訳，p.243-261，ラテイス社。
- Togashi, S. (1989) Determination of major ele-
ments in igneous rocks using Sc/Mo dual
anode tube, XRF analytical report 1/89.
Open-file Report of Geological Survey of
Japan, No.132, 35p.
- Whitney, J.A. and Stormer, J.C. (1977) The distri-
bution of $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ between coexist-
ing microcline and plagioclase and its ef-
fect on geothermometer calculations.
Am. Mineral., vol.62, p.687-691.
- 山田直利・野沢 保・原山 智・滝沢文教・加藤碩
一・広島俊男・駒沢正夫(1989) 20万分の
1地質図幅「高山」。地質調査所。
- ・脇田浩二・広島俊男・駒沢正夫(1990)
20万分の1地質図幅「飯田」(第2版)。地質
調査所。

(受付：1993年12月8日；受理：1994年3月2日)