

朝日山地南西域と栗子地域の花崗岩類の Rb—Sr含有量——棚倉構造線の北方延長(1)

丸山孝彦*・小島秀康*・金谷 弘**

Rb and Sr contents in granitic rocks of the southwestern area of the Asahi mountainland and the Kuriko area, Northeast Japan— On the northern extension of the Tanakura Tectonic Line (Part 1)—

Takahiko MARUYAMA,* Hideyasu KOJIMA* and Hiroshi KANAYA**

Abstract Pre-Tertiary rocks are sporadically distributed as the basement complex of the Neogene and/or Paleogene formations in the “Green tuff region” of Northeast Honshu. These pre-Tertiary rocks are mainly composed of Cretaceous granitic rocks and are associated with some metamorphic rocks.

The authors study magnetic susceptibility, facies change, Rubidium and Strontium contents, and $\text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}$ ratio of the granitic rocks of the southwestern area of the Asahi Mountainland and the Kuriko area. As the result, the following facts are shown:

- (1) Granitic rocks of the both areas, except massive adamellite of the southwestern area of the Asahi Mountainland, belong to “ilmenite series” according to the classification by KANAYA and ISHIHARA (1973).
- (2) There is a strong correlation between facies change and inner structure within the granitic rocks which are not subjected to secondary deformation or metamorphism.
- (3) Rb and Sr contents are different between the both areas. This difference may show that the source materials of the granitic rocks are different between the both areas.
- (4) Judging from the histogram of the $\text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}$ ratio, the granitic rocks of the Kuriko area and the older-type granitic rocks of the southwestern area of the Asahi Mountainland are similar to those of the Abukuma plutonic rocks, but the younger-type granitic rocks of the latter area are similar to those of the Ryoke plutonic belt.

はじめに

東北日本の変成岩類, 中・古生層, および深成岩類は, 北上山地・阿武隈山地・グリーンタフ地域に広く分布している。これらの中で, 北上・阿武隈山地はまとまった地質区を構成し, 多くの研究がなされている。それに対して, 第三紀層の基盤をなしてグリーンタフ地域に分布するものは, ブロック化さ

れ, また新第三紀層や第四紀火山におおわれているため, 先第三紀の構造区としての性格が十分明らかにされていない。にもかゝらず, グリーンタフ問題の解明の際には, 基盤構造の解明の重要性が強調され, 不十分な資料をもとに, 多くの研究者によって議論がなされてきた(たとえば, 渡辺万次郎, 1950, 渡辺岩井ほか, 1955, 宮城, 1961, 島津, 1969, など)。一方, 黒田(1963), 島津(1964)は, それぞれ, グリーンタフ地域の変成岩, 花崗岩に力点をおいて, 地体構造区分を総括的に行なった。この両者による構造区分は, その後細かな部分での若干の修正はあるものの, 基本的には支持されている。

* 秋田大学鉱山学部鉱山地質学教室 Institute of Mining Geology, Mining College, Akita University, Akita, 010 Japan

** 通産省地質調査所 Geological Survey of Japan, Hisamoto 135, Takatsu-ku, Kawasaki, 213 Japan

一方、磯見・河田(1968)、吉田(1975)らは、先第三紀の西南日本と東北日本の境界が棚倉破碎帯であると提唱した。この考えは、河野・植田(1967)による花崗岩類のK-Ar年代分布、金谷・石原(1973)による花崗岩類の帯磁率の変化、西南日本内帯の濃飛流紋岩に対比される酸性火山碎屑岩類の分布(矢内, 1972, 1973, 高浜, 1972, 矢内ほか, 1973)、柴田・石原(1977)による白亜紀以降の塩基性深成岩類の $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 初生値、蟹沢(1976)による造岩鉱物による検討などから支持されている。

筆者らは、阿武隈高原に分布する花崗岩の研究を進めると共に、その北方延長部がどのように続いているかに興味をもち、東北日本のグリーンタフ基盤の研究を進めている。本論文の目的は、棚倉破碎帯の北方延長部近傍の山形県・新潟県境の朝日山地の一部(第1図中の1)、および山形県・福島県境の

栗子地域(第1図中の2)の花崗岩類の特性を、主として微量元素のRb, Sr含有量から、南部阿武隈高原の花崗岩類のものと比較検討することにある。

本研究を進めるにあたり、秋田大学鉱山地質学教室加納博博士には多くの御教示と御批判をいただいた。日頃お世話になっている朝日団体研究グループからは貴重なサンプルを提供していただき、また未公表資料の引用をさせていただいた。また、総合研究代表者の山口大学村上允英博士、東北地区世話人の東北大学の蟹沢聰史博士には大変お世話になった。以上の方々に厚く感謝する次第である。なお、本研究の一部には文部省科学研究費補助金を使用した。

朝日山地南西部の深成岩類

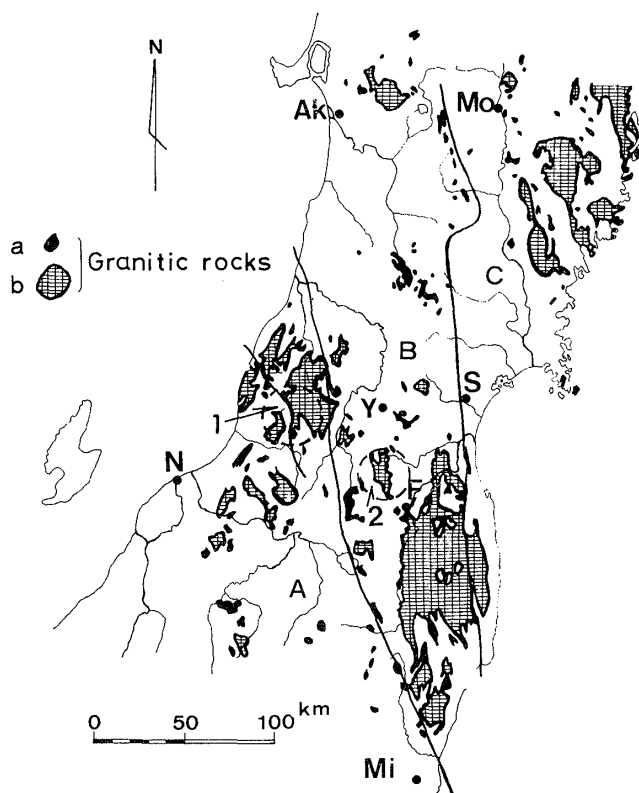
朝日山地の先第三系基盤岩類は、東北裏日本に分布するものとしては、最大の規模(南北約45km, 東西約25km)を有するもので、主としてはんれい岩類、閃緑岩類、花崗岩類、白亜紀後期酸性火山碎屑岩類、古生層および「古生層」起源の変成岩類によって構成されている。この地域の研究は、小倉(1957)、CHIHARA(1959, 1963)、今田(1964, 1971)、島津(1969)、矢内ほか(1973)、茅原・青木(1975)等によってなされているものの、地形が急峻なため人跡未踏のところが多い。筆者らはここ数年来朝日団体研究グループの一員として朝日山地の内で、新潟県三面川源流部および山形県荒川源流部地域を精査してきた。詳細な岩石記載・岩石構造については近く公表予定のため、ここでは概略のみを述べておく。

朝日山地南西部は、第2図に示すように、NNW-SSE方向に分布する古生層起源の低度変成岩(泥岩起源のものが多く、若干の砂質岩起源のものを含む)によって、西側と東側とに二分される。すなわち西側では、花崗閃緑岩およびアダメロ岩から構成され、東側では塩基性深成岩類、強片麻状花崗閃緑岩、片麻状花崗閃緑岩～アダメロ岩、片麻状花崗閃緑岩、弱片麻状花崗閃緑岩、粗粒斑状閃雲花崗閃緑岩～アダメロ岩、塊状アダメロ岩から構成される。前者を三面複合岩体、後者を朝日複合岩体と命名する。

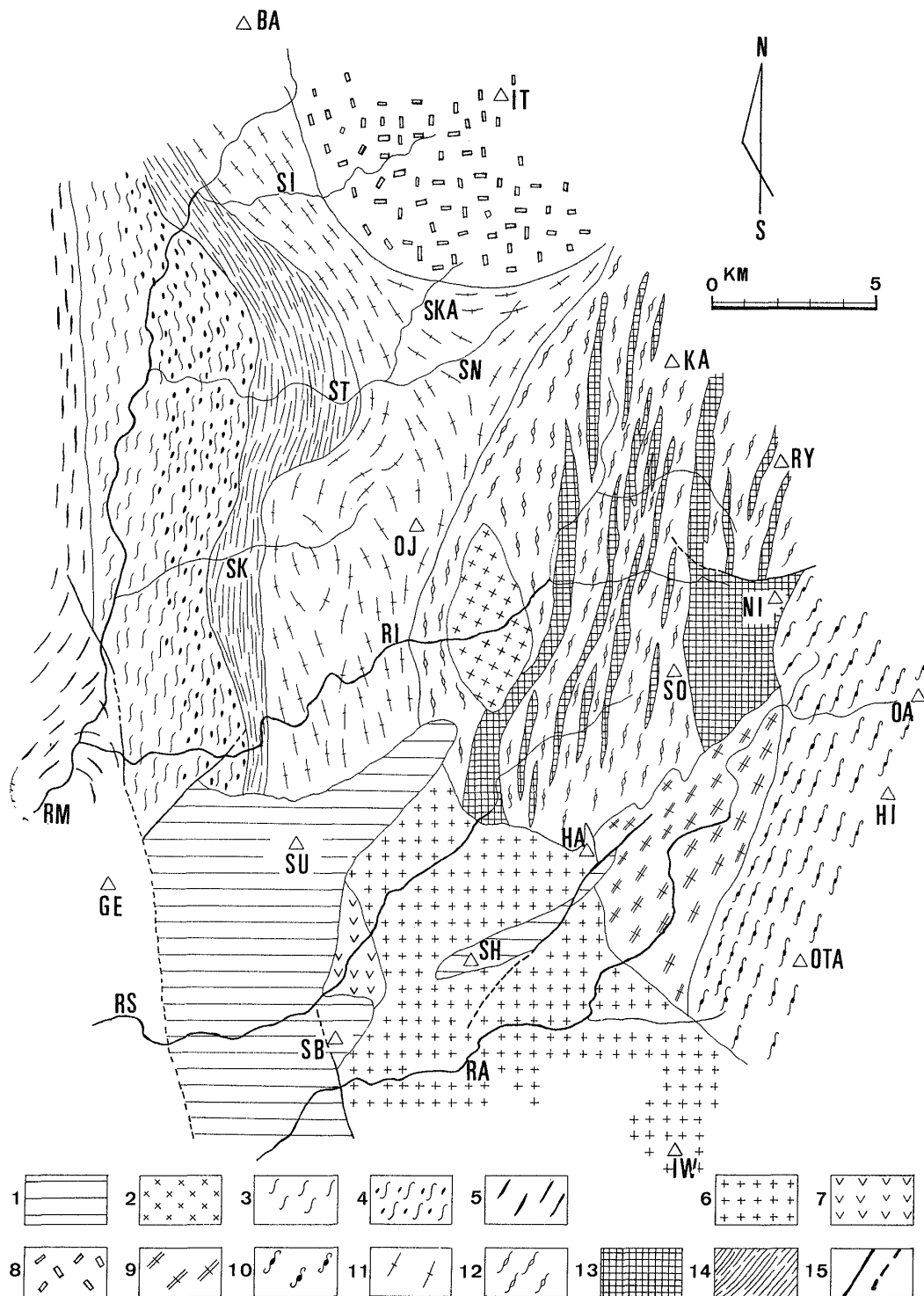
1. 三面複合岩体

三面複合岩体は、低度変成岩の西側に広く分布しているが、ここでは三面川流域のものについて述べる。

A. 片状閃雲花崗閃緑岩



第1図. 東北地方南部の花崗岩類の分布と調査地域。aは小規模花崗岩体、bは大規模花崗岩体(又は岩体)帯を示す。太実線は磯見(1968)による先第三系構造区分の境界線を示す(Aは足尾帯、Bは阿武隈帯、Cは北上帯)。破線で囲んだ地域1は朝日山地西南域、2は栗子地域。Ak…秋田市、F…福島市、Mi…水戸市、Mo…盛岡市、N…新潟市、S…仙台市、Y…山形市。



第2図. 朝日山地西南部の地質図 (朝日団体研究グループ事務局ニュース, 1975より借用).

1…第三紀層, 2…花崗斑岩, 3…片状閃雲花崗閃緑岩 (三面複合岩体), 4…3の中で圧碎構造が卓越している部分, 5…片状黒雲母アグメロ岩 (三面複合岩体), 6…塊状アグメロ岩 (以下13まで朝日複合岩体), 7…変成溶結凝灰岩, 8…粗粒斑状花崗閃緑岩, 10…片麻状花崗閃緑岩～アグメロ岩, 1110…片麻状花崗閃緑岩～アグメロ岩, 11…片麻状花崗閃緑岩, 12…強片麻状花崗閃緑岩, 13…塩基性～中性深成岩類, 14…「古生層」起源変成岩類, 15…断層. BA…化穴山, GE…ゲタ倉峰, HA…桧岩屋山, HI…平岩山, IT…以東岳, IW…祝瓶山, KA…寒江山, NI…西朝日岳, OA…大朝日岳, OJ…大上戸山, OTA…大玉山, RA…荒川, RI…岩井又川, RM…三面川, RS…末沢川, RY…竜門山, SB…柴倉山, SH…独立標(863m), SK…黒倉沢, SKA…金堀沢, SN…中の俣沢, SO…袖朝日岳, ST…竹の沢, SU…巣戸々山.

(分布) 本岩体の東側周縁に沿って、変成岩と密接に、三面川上流域から岩井又川下流部にかけ分布し、その南側では第三紀層に不整合におおわれる。

(岩相) 最も代表的な岩相は、中～細粒の片状閃雲花崗閃緑岩であるが、変成岩に近づくにつれ圧砕度が増し、強片状花崗閃緑岩からポーフィロイド様岩、ヘレフリング様岩に漸移する。圧砕作用が著しい部分は、本地域の北西延長部に分布する日本国片麻岩と類似している。有色鉱物はほとんど緑レン石化や緑泥石化しており、後述の朝日複合岩体中の圧砕岩類とは異なる。

B. 片状黒雲母アダムロ岩

(分布) 本地域の西部、三面川右岸に主として分布し、南部では岩井又川下流部にも露出している。

(岩相) 粗粒の片状黒雲母アダムロ岩からなり、岩相変化に乏しい。本岩の特徴は、石英が著しくレンズ状に伸長し、煙色を呈する。まれに正長石の自形斑晶を含む。

2. 朝日複合岩体

朝日複合岩体は、低度変成岩の東側に広く分布しているが、ここでは三面川源流域と荒川源流域のものについて述べる。

A. 塩基性～中性深成岩類

(分布) 寒江山から西朝日岳の主稜線、岩井又川上流部、末沢川最上流部などにまとまって分布するほか、竹の沢最上流域や荒川上流域などにも小規模に分布する。

(岩相) 細粒～中粒の含黒雲母・角閃石はんれい岩、閃緑岩を主とする優黒質岩である。ときに数cmにも達する角閃石巨晶を含むpegmatite質の部分もある。全体的に塊状の部分が多いが、細粒相の卓越する北部では、角閃石の配列による片状構造が観察される。この他にアルカリ長石を全く含まない片状中粒の含黒雲母角閃石トータル岩がはんれい岩や閃緑岩中に貫入している。また中～細粒の花崗閃緑岩がしばしば上記岩石中に貫入して、混成岩様を呈することもある。今田(1971)の西朝日型に対応する。

B. 強片麻状花崗閃緑岩

(分布) 大上戸山東側から寒江山の稜線沿い、岩井又川中～上流部、末沢川上流部にかけて分布するほか、竹の沢上流部や荒川上流部にも捕獲岩状をなして産する。

(岩相) 従来朝日型と一括されてきた(今田, 19

64, 1971) が、本岩は圧砕作用による片麻状構造が一つの特徴である。また、角閃石が細粒な黒雲母の集合体に置換され、また石英が細粒なモザイク状集合体を示すことから、熱変成作用をうけたと考えられる。源岩の組織はほとんど残っていないが、閃雲花崗閃緑岩起源のものであろう。

C. 片麻状花崗閃緑岩～アダムロ岩

(分布) 大朝日岳～平岩山～大玉山にかけての稜線付近にのみ、ほぼ南北に分布する。

(岩相) 岩相変化が著しいが、代表的なものは、大朝日岳周辺、大玉山付近に分布する片麻状閃雲花崗閃緑岩と、平岩山付近に分布する優白質、片麻状の含角閃石黒雲母アダムロ岩である。両者は漸移関係にあり、ほぼNE-SWの軸方向をもつ背斜状の部分にアダムロ岩が分布する。本岩中には、黒雲母片麻岩又は注入片麻岩が捕獲岩として含まれる。今田(1964)による大朝日型に対応するが、野外の産状、鏡下での組織からしてマグマ起源のものである。

D. 片麻状花崗閃緑岩

(分布) 以東沢中～下流部、竹の沢上流部、黒倉沢上流部、岩井又川中流部にかけて、変成岩と密接に伴なって、その東側に分布する。

(岩相) 本岩相は中粒～粗粒の黒雲母角閃石花崗閃緑岩に代表されるもので、今田(1964)による大朝日型のように著しい岩相変化を伴わないが、部分的にはアダムロ岩質になることもある。本岩は古生層との接触部付近で著しい圧砕作用を受けているが、古生層の西側に分布する花崗閃緑岩に比較して小規模であり、また変質作用も弱い。今田(1964)による朝日型の一部である。

E. 弱片麻状花崗閃緑岩

(分布) 荒川中流部にのみ本地域で分布するが、大朝日岳東側の朝日鉱泉周辺に分布する岩相と酷似する。

(岩相) 岩相変化に乏しい、均質な岩石である。角閃石が自形結晶を示すことや、片麻状構造が弱いことなどが、前述した片麻状花崗閃緑岩と異なる点である。今田(1971)による朝日型の代表的な岩相である。

F. 粗粒斑状花崗閃緑岩～アダムロ岩

(分布) 本地域北東端に位置する以東岳を中心に、以東沢上流、金堀沢上流、以東岳から寒江山北側にかけての主稜線沿いに分布する。

(岩相) 本岩は、淡紅色を呈する自形性の強い微

斜長石の斑状結晶（長さ2～3cmが普通）をもつ、本地域では独特な岩相である。まれに2～3cmの灰曹長石の自形結晶を含むこともある。一般に微斜長石、石英、黒雲母、角閃石の配列による片状構造がみられる。今田（1964）の以東型に対応する。

G. 塊状アダメロ岩

（分布）本地域南東部の末沢川中流、荒川中流、祝瓶山にかけて、NW-SE方向に分布する。

（岩相）肉眼的には岩相の変化に乏しい、淡紅色の他形をなす微斜長石を斑状に含む、全体としては帯緑色の中～細粒の含角閃石黒雲母アダメロ岩である。本岩中には、しばしば、変成溶結凝灰岩（高浜、1972による朝日流紋岩類と同質のもの）が捕獲岩として含まれる。このアダメロ岩は、調査地域の深成活動の中では最終ステージのものである。後述するように、変成溶結凝灰岩と共に本岩は磁鉄鉱系列に属し、本地域では異質の岩石である。

栗子地域の深成岩類

栗子地域に分布する栗子複合花崗岩体は、福島、山形、宮城県境の脊稜地域に、グリーンタフの基盤として独立に存在する。露出規模は、南北25kmにわたる。周囲の第三紀層とは、観察された限りにおいては、断層関係で接する。

本地域の先第三系基盤岩類を構成する岩石は、阿武隈高原に分布する御斎所変成岩にその変成度から対比される変成岩類（小島、1978MS）、接触変成作用を受けた「古生層」起源の片状ホルンフェルス（菅井、1974*）、蛇紋岩、花崗岩類である。これらの中で花崗岩類が最も広く分布している（第3図）。この地域の花崗岩類については詳細な記載はないが、注目に値するのは、TOMITA(1954)が花崗岩中のジルコンの群色が紫色を示すことから、先カンブリア紀の花崗岩として位置づけたことである。また、野中ほか（1978）は、この地域の基盤岩類の研究からいくつかの知見を述べているが、その中で特に、変成岩地域の川砂から十字石を検出したことは、阿武隈変成帯の解明の上で注目すべきことである。

本地域の花崗岩類は、閃雲花崗閃緑岩を主体とする栗子型花崗岩と、アダメロ岩質の稲子型花崗岩とに大別され、後者が栗子型花崗岩中に貫入している。

1. 栗子型花崗岩

栗子型花崗岩は、この地域の主体をなし、南北25km、東西約10kmの、南北に延びた岩体である。岩相はトータル岩からアダメロ岩まで変化するが、主要岩相としては片状構造の良く発達した閃雲花崗閃緑岩である。岩相分布とこの片状構造による岩体の内部構造とに密接な関係が認められるので、まず構造について述べる。

A. 構造

第3図の地質図中に代表的な面構造を示したが、これからもわかるように烏川中流域以北ではNNW-SSEに伸長方向をもつ一つの背斜構造が認められる。烏川中流域以南では、その伸長方向はNW-SEに方向を転じ、南部に行くにつれて、N-S方向になる。また烏川上流域や横川最上流部では、盆状構造（東部）と、南に開いた盆状構造（西部）とが存在する。

B. 岩相及び分布

花崗岩類で最も優黒質な、粗粒片状の黒雲母角閃石トータル岩は、分布が限られ、背斜部西翼の一部と、烏川中流から横川中流にかけての背斜構造と盆状構造のほぼ中間に分布する。

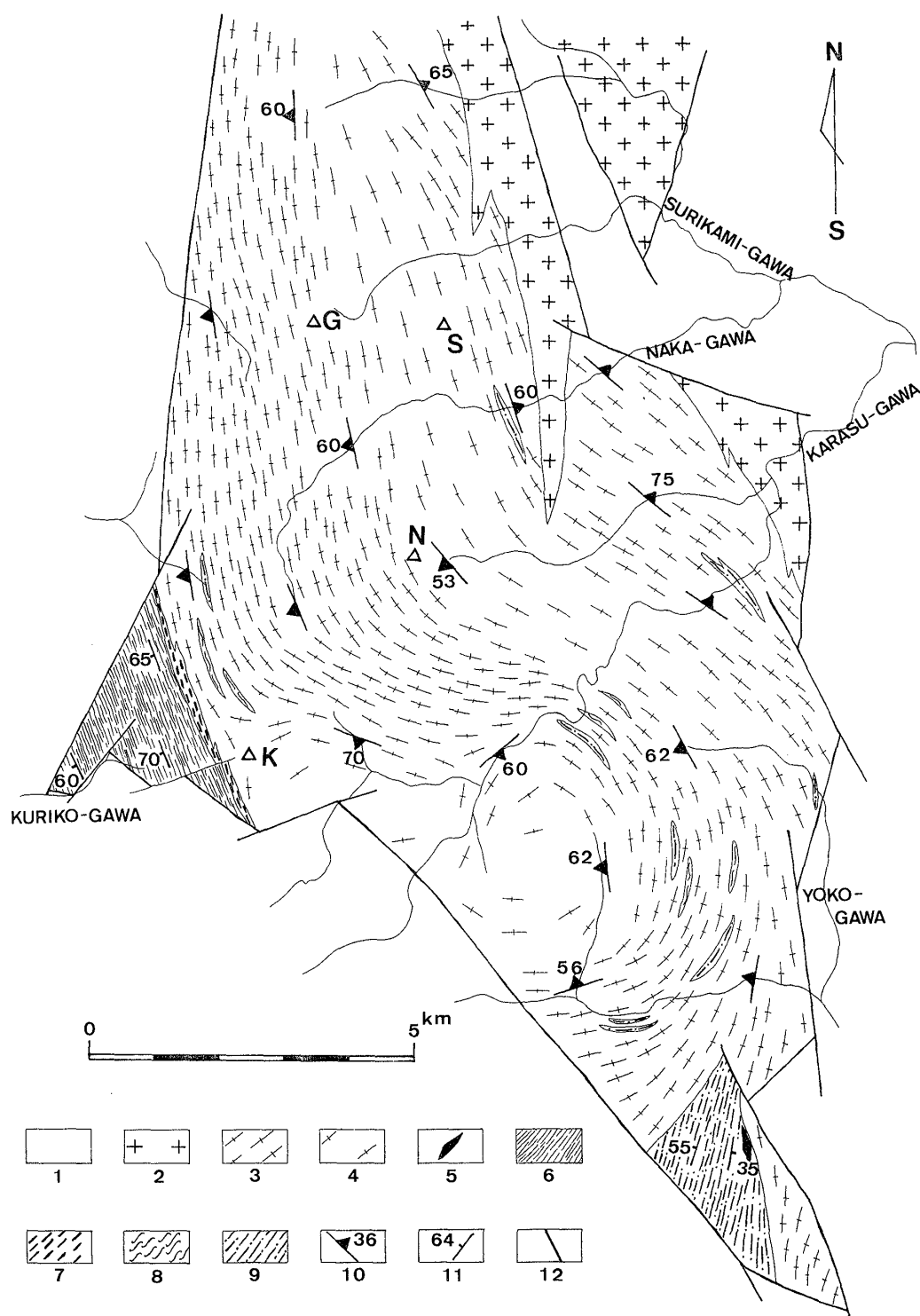
粗粒～中粒の片状角閃石黒雲母花崗閃緑岩は、北半部では背斜の西翼と東翼に、また南半部では背斜構造と盆状構造との間に分布する。

栗子型花崗岩で最も優白質な粗～中粒の弱片状の含角閃石黒雲母アダメロ岩は、背斜の中心部や盆状構造の中心部に分布する。

以上の岩相分布から、構造的に岩体の周縁部から背斜の軸部に向けて、また盆状構造の周縁部から中心部に向けて、次第に優白質となる傾向がある。このような傾向は、丸山（1970、1972）が阿武隈高原の石川および較川複合岩体で、また大平（1974）が同高原の好間川複合岩体で報告した構造と岩相変化の対応性に似ている。

岩相間の相互関係は、トータル岩と花崗閃緑岩とは漸移関係を示す。アダメロ岩は一部で岩脈状に花崗閃緑岩に貫入しているが、稲子型の黒雲母アダメロ岩が全体的な構造を切っているのに対し、栗子型のアダメロ岩の分布は全体的な構造と調和していること、主要元素（ $\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 K_2O 、 CaO ）や微量元素（Rb、Sr）の分布に不連続がないことなどから、おそらく固結過程において早期に固結した花崗閃緑岩中に、未固結のアダメロ岩が脈状に入りこんだもので、別のマグマに由来するものではなからう。

* 菅井（1976）は、このホルンフェルスからK-Ar全岩年代86my.を報告している。



第3図. 栗子地域の先第三系地質図

1…第三紀および第四紀層, 2…稲子型花崗岩, 3…栗子型花崗岩 (トーナル岩および花崗閃緑岩), 4…栗子型花崗岩 (アダメロ岩), 5…超塩基性岩, 6…片状ホルンフェルス (泥質および砂質起源), 7…片状ホルンフェルス (塩基性岩源), 8…角閃岩, 9…黒雲母片岩, 10…花崗岩の片状構造, 11…ホルンフェルスおよび片岩の片状構造, 12…断層.
 G…豪士山, K…栗子山, N…七ツ森, S…褶上山

本岩体のトーナル岩や花崗閃緑岩中にはとくに南部での背斜構造の翼部に、変成岩を捕獲岩として多くとりこむ。また、この部分には暗色包有岩も多く観察される。これらの伸長方向は、母岩の片状構造と平行な配列を示す。

2. 稲子型花崗岩

(分布) 本地域の北東部に分布し、栗子型の花崗閃緑岩相中に貫入している。

(岩相) 烏川下流域では弱い片状を示すものの、全体としては塊状(時には斑状)の粗～中粒黒雲母アダムロ岩である。栗子型のアダムロ岩とは、塊状であること、角閃石をほとんど含まないこと、アルカリ長石が淡紅色を示し、部分的に 1×2 cm程度の斑状をなすこと、などにより識別される。

帯磁率による考察

金谷・石原(1973)は、花崗質岩約1,200個の帯磁率を測定し、その広域的变化を明らかにした。それによると、山陰帯、飛騨帯、北上帯での花崗閃緑岩の平均値 $400 \sim 500 \times 10^{-6}$ (emu/g) (以下 10^{-6} およびemu/gを省略)の高い χ 値を示し、同じく山陽—苗木帯、阿武隈帯で70、同じく西南日本外帯、領家帯で30の低い値を示す。さらに、阿武隈帯を細かくみると、東側で高く、中央部で低く(ほとんどが20～30)、西側の棚倉砕帯近くでや、高く(60～80)なる。岩体名で表わすと、好間川・宮本・論田の各岩体(岩体名は加納ほか、1973による)などで低く、そして西部の石川岩体ではや、高い値を示す。

今回、朝日山地西南部からの花崗岩類に対して全岩相から141個、また栗子地域の花崗岩類に対して全岩相から71個に対して、帯磁率を測定した。測定にあたってはBISON3101型磁化率計を使用した。測定方法は、金谷・石原(前出)に従った。

A. 朝日山地西南部

三面岩体を構成する花崗閃緑岩・アダムロ岩から合計51個について測定したが、その χ 値は10以下に全て入り、非常に低い値を示すことが明らかとなった。

朝日岩体を構成する諸岩相については90個について測定したが、それらの値は3～410と幅広い範囲を示す。これらを岩相毎にみると、塊状アダムロ岩を除くと全て50以下に入り、そのほとんどが7～20に集中する。ところが塊状アダムロ岩(17個)は9

～410の値を示すものの、大部分は50～200に入り、本地域では高い値を示す。この塊状アダムロ岩体内の $\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3$ 含有量の分布をみると、周縁部では2.5%以上(最高3.58%)を含むが、内部ほど低い値(最小0.89%)となる。これに対して、 χ 値は、岩体の周縁ほど低く、岩体の中心部では非常に高い値を示す。このように、 $\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3$ 含有量からみても、 χ 値の分布からみても帯状ブルトンを形成し、 χ 値が高いこととともに本岩体の特徴である。

この塊状アダムロ岩とその分布や岩相が密接に関連している変成溶結凝灰岩についても帯磁率を測定した結果、6～150の間に入り、本地域では高い値を示し、帯磁率からは両者の密接な成因的な関係が暗示される。

B 栗子地域

栗子型花崗岩は、全て4～24に入り、5～15の頻度が最も高い。岩体内での変化は、変化幅が小さいため明らかでない。稲子型花崗岩は、黄鉄鉱の鉱染をうけた1試料(139)を除くと、全て10以下に入り、これも栗子型と同様に非常に低い値を示す。

C. まとめ

朝日複合岩体の塊状アダムロ岩を除くと、両地域の花崗岩類の帯磁率は非常に低いことが特徴である。これらの地域のものを他地域のものと比較検討してみよう。栗子地域の花崗岩類は、御斎所変成岩類にその変成度から類似している母岩を有する。花崗岩類の岩相からして、好間川複合岩体と似ている。前述したように、好間川岩体の χ 値は非常に小さく、栗子地域のものと似ており、両者の類似性は帯磁率からも支持される。これらの低い値を示す花崗岩類は金谷・石原(1973)のイルメナイト系列に属する。

一方、朝日山地の朝日複合岩体は、島津(1964)によると阿武隈帯の延長とも考えられる地域でもあり、また朝日山地南西部全域が上越進入帯とも考えられる地域である。また、須藤(1977)は、朝日山地が上越進入帯にも阿武隈帯にも属さない地域と考え、本地域を領家帯の東北日本への延長地域とし、朝日帯と命名した。上越進入帯あるいは足尾帯に分布する花崗岩類の帯磁率のデータが乏しい現在隣接地域の対応は出来ないものの、領家帯の χ 値が低く、足尾帯に対比される山陽—苗木帯の χ 値がや、高いことからすれば、須藤(前出)の推定に矛盾するものではない。また、阿武隈帯の低い部分の延長と考えても何ら矛盾はない。

化学分析値による考察

朝日山地西南部および栗子地域の花崗岩類について、 $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$, CaO , K_2O , TiO_2 (いずれもwt. %), Sr , Rb (p.p.m.) の分析を行なった。試料は帯磁率を測定したものと同一の岩石からのものを使用した(化学分析だけ行なった試料もある)。

1. $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ と岩相変化

MARUYAMA (1968) は、阿武隈高原鮫川複合岩体において、またMARUYAMA (1975) は石川複合岩体において、岩石中の $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$, CaO などの含有量変化に注目して、岩相変化と内部構造との密接な関連性を見出した。同様のことを朝日山地南西部と栗子地域で検討してみよう。朝日山地においては、図示してないが、三面岩体中の花崗閃緑岩相中で、また朝日岩体中では先述した塊状アグメロ岩相中で、MARUYAMA (1968, 1975) の「内部ほど酸性」を支持するパターンが得られた。しかしながら、他の岩相について同様のことを検討したものの、構造的なパターンとは全く一致しない。この一致しない理由は、三面岩体の花崗閃緑岩も、朝日岩体の塊状アグメロ岩も、貫入時代が最も新しいもので、野外での

片状構造がマグマ進入時のものと関連性が強いのに対し、他の岩相中の構造要素はむしろ二次的な構造要素(たとえば圧砕作用による片麻状構造)が卓越し、初生的な進入形態が復元出来ないことに起因すると考えられる。

第4図は、栗子地域の栗子型花崗岩について、岩体内での $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ 含有量の変化を示したものである。図中の黒丸点は、分析に使用した試料採集地点(合計84個)を示す。第3図中の構造と第4図とを比較すると、背斜部や盆状構造の中心域では4.5%以下(場所によっては3.0%以下)の $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ 含有量を示すのに対し、背斜の翼部や、背斜と向斜の中間域では6.0%以上(場所によっては、7.5%以上)を含み、構造との関係が明瞭である。

$\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ 含有量以外に、 CaO , Sr について同様のことを試みても、上述した結論とほぼ一致する。

2. K/Rb 比と Ca/Sr 比

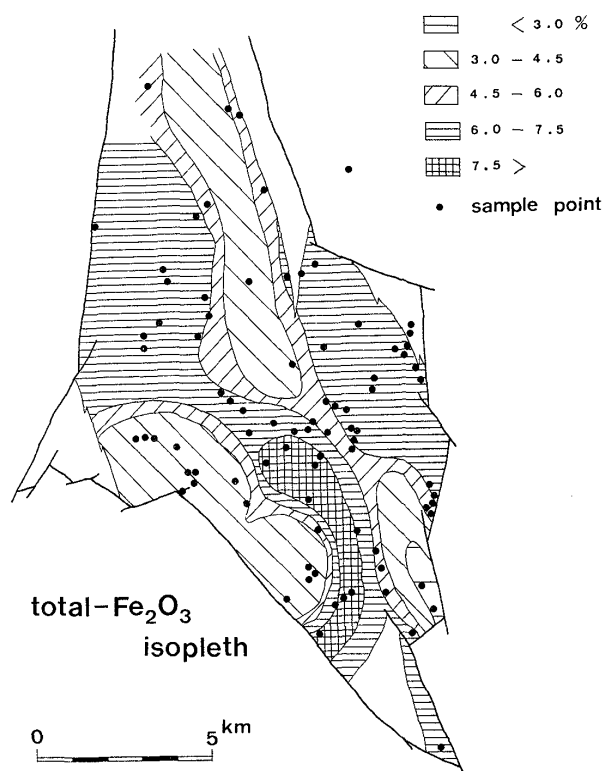
K/Rb 比と Ca/Sr 比がマグマの進化と共に、あるいは岩相・岩体間で、地域間でどのように挙動するかを推定するために、横軸に Ca/Sr 比、縦軸に K/Rb 比をとった(第5図)。点の分散が大きいものの、巨視的にみると、次の3つの特徴がある。

(1)三面岩体の Ca/Sr 比の変化幅は他のものに比べて狭く、点線で表わした曲線よりも左側にほとんど入る。

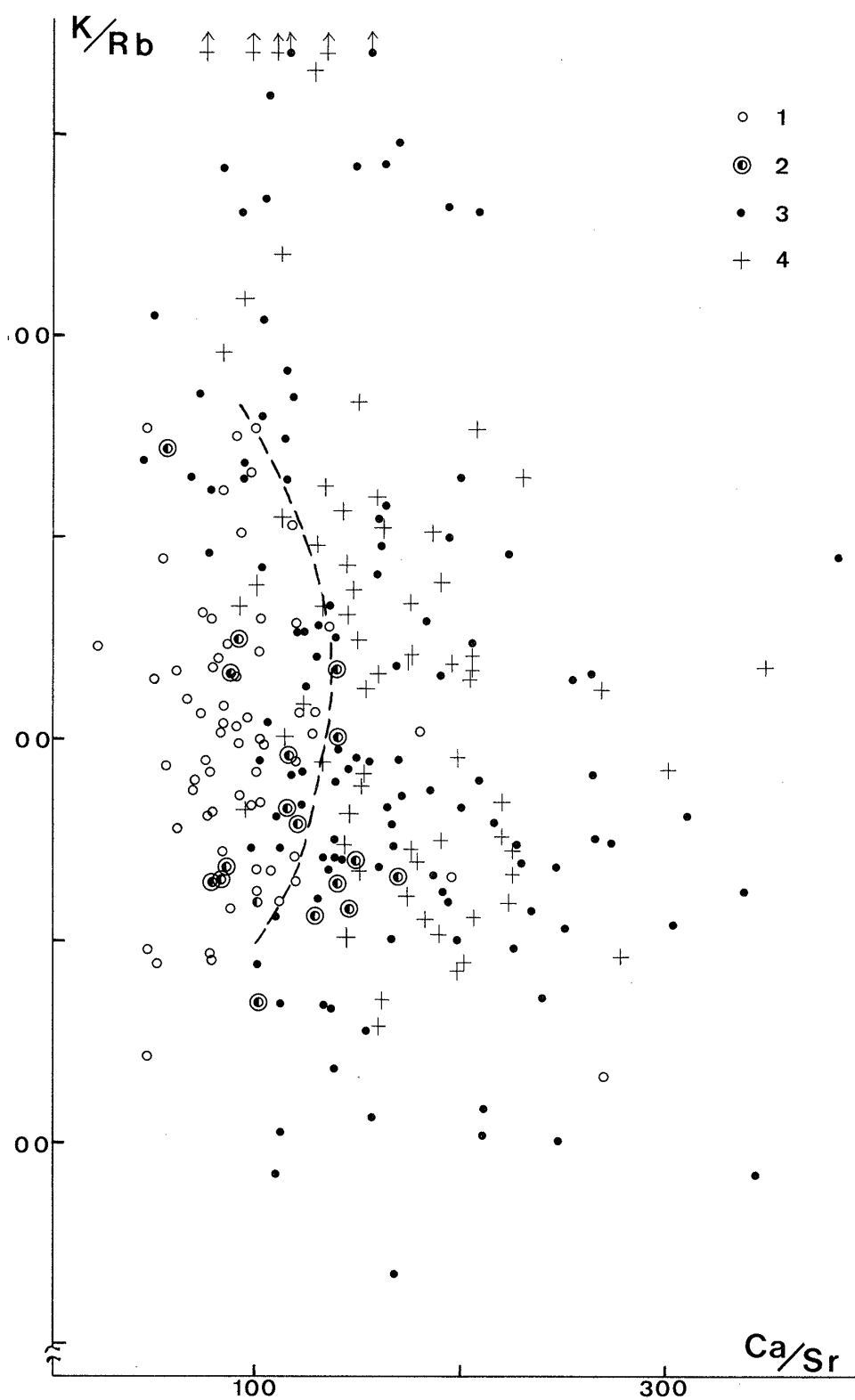
(2)塊状アグメロ岩(朝日岩体)は、 Ca/Sr が大きくなるにつれて、 K/Rb 比が減少する。

(3)朝日複合岩体の塊状アグメロ岩を除いた岩相(図中の記号3)と栗子地域のものの間には、この図をみる限り差がない。

TUREKIAN and KULP (1956) は、花崗岩類中の Ca , Sr 含有量を求め、 Ca/Sr 比について議論した。その結果、 Ca , Sr の含有量は両者ともに分化過程で減少するものの、 Ca/Sr 比は増加することを示した。また、HEIER and TAYLOR (1959) は長石類中の Ca/Sr 比を検討し、分化過程の末期では Ca/Sr 比が著しく増加することを述べた。一方、SHAW (1968) は花崗岩類の K/Rb 比について、①マグマの分化過程を通じて K/Rb 比は一定であるタイプと、②マグマが分化すると共にその比が減少するタイプとがあることを示した。ISHIZAKA (1971) は茨木花崗岩体で②の見解を支持した。これらの見解に従うと、両地域の花崗岩類の中で、塊状アグメロ岩のみが最も普通



第4図. 栗子地域栗子型花崗岩の $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ 含有量 (wt. %) 等値線図。

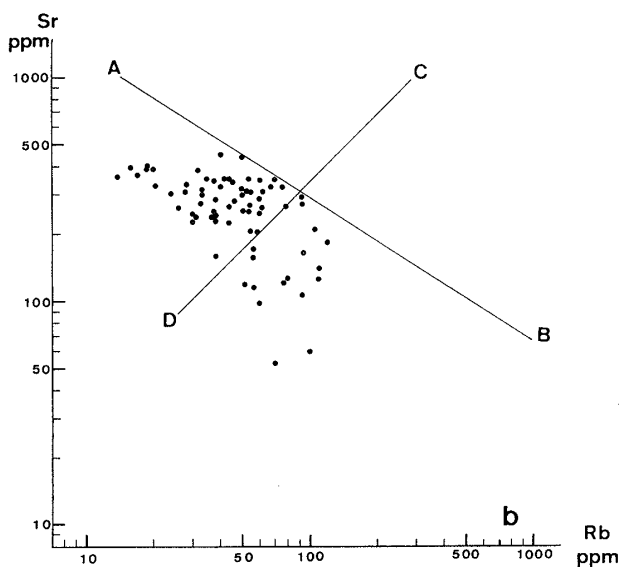
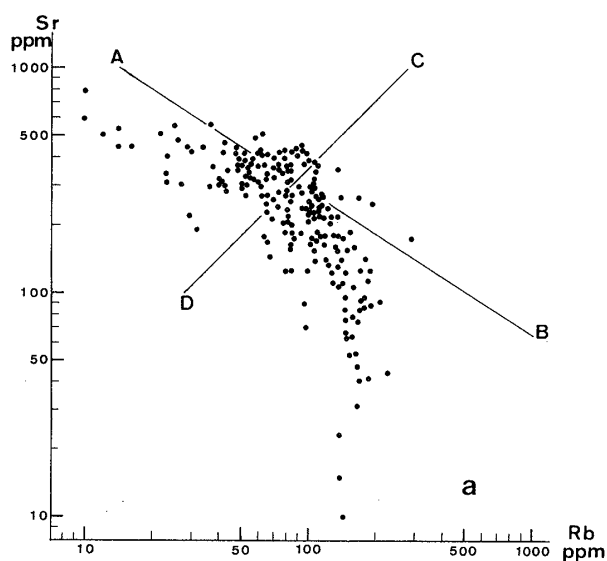


第5図. 朝日山地西南部および栗子地域の花崗岩類の K/Rb - Ca/Sr 図
 1…三面岩体, 2…塊状アダメロ岩(朝日岩体), 3…塊状アダメロ岩以外の朝日岩体, 4…栗子地域

の分化過程を経ているが、その他の岩相においては K/Rb 比- Ca/Sr 比の間に明確な関係がない。

3. SrおよびRb含有量

第6図は、朝日山地西南部(a)と栗子地域(b)からの花崗岩類のRb, Sr (p.p.m) 含有量を両対数グラフ上に示したものである。図中のAB線は、YANAGI (1975) によって西南日本の花崗岩類が二分されることを示した線を示す。またCD線は地殻



第6図. $\log Sr$ (p.p.m.)- $\log Rb$ (p.p.m.)図
a図は朝日山地西南部のもの、b図は栗子地域のもの。

殻の平均Rb/Sr比を表わしたものである。この図から次のことが明らかである。

(1) 朝日山地の花崗岩類はAB線付近にプロットされるが、栗子地域のものはAB線より左下側にプロットされる。

(2) 朝日山地のものはSr, Rb含有量の変化が、栗子地域に比較して大きい。

YANAGI (1975) は、(1)のような相異は、分化過程で生ずるのではなく、花崗岩類の根源物質に由来するものと考えた。周藤 (1974) は、東北日本の新生代の火山岩類をもとに、SrI値が0.7055より高い地域をH ZONE、低い地域をL ZONEとした。柴田・石原 (1977) は、白亜紀深成岩類のSrI値からH ZONEとL ZONEを考え、棚倉破砕帯付近が両者の境であるとし、東北日本のL zoneは棚倉破砕帯以東とした。一方、丸山 (1979) は、南部阿武隈高原では、

時代とともに花崗岩類のSrI値が少しずつ高くなる傾向を指摘した。これらのことから、SrI値は時代とともに変化し、L zone, H zoneの境界線も移動する可能性が推定出来る。しかし南部阿武隈高原の白亜紀花崗岩類のSrI値は0.708といった高い値を示さず、棚倉破砕帯を隔てての白亜紀の深部構造は異なっていたと考えられる。この深部構造の相異(いかえると花崗岩類の根源物質)がSr, Rbの含有量のパターンの差に表われたといえる。

3. Rb^{87}/Sr^{86} 比

従来から、Sr同位体岩石学ではSrI値の重要性は多くの研究者により強調されてきている。今問題にしている両地域にはSrI値のデータがほとんどないために、SrI値の議論は出来ない。

南部阿武隈高原の花崗岩類の年代を測定していた筆者の一人MARUYAMA (1975)は、たまたま、同地域の花崗岩類の Rb^{87}/Sr^{86} 比が小さいことを指摘し、領家帯の花崗岩類との相異性を報告した。Rb, Srに関するデータが増加した現段階で、朝日地域と栗子地域の地体構造区分の立場から、西南日本の山陽一苗木帯、領家帯、東北日本の南部阿武隈高原のデータを整理し、栗子地域・朝日山地西南部からのものとともに、第7図に頻度分布として示した。山陽一苗木帯のデータは、ISHIZAKA (1971), YANAGI (1975), SEKI (1978) から引用したが、いずれも花崗岩類に限定した。領家帯のデータは、KAGA-

* 朝日山地のものと栗子地域のものでは若干のオーバーラップがあるが、これは(2)の解釈とともに次の3で述べる。

MI (1973), 茂野・山口 (1976), 南部阿武隈高原のデーターはUENO (1977), MARUYAMA (1978), 丸山 (1979) から引用した. これらのデーターも花崗岩類に限定した. 第7図から各地域の特徴は次のようである.

山陽一苗木帯: Rb⁸⁷/Sr⁸⁶比が0.6~1.2の間に集中する他, 1.2以上のものも30%以上含む.

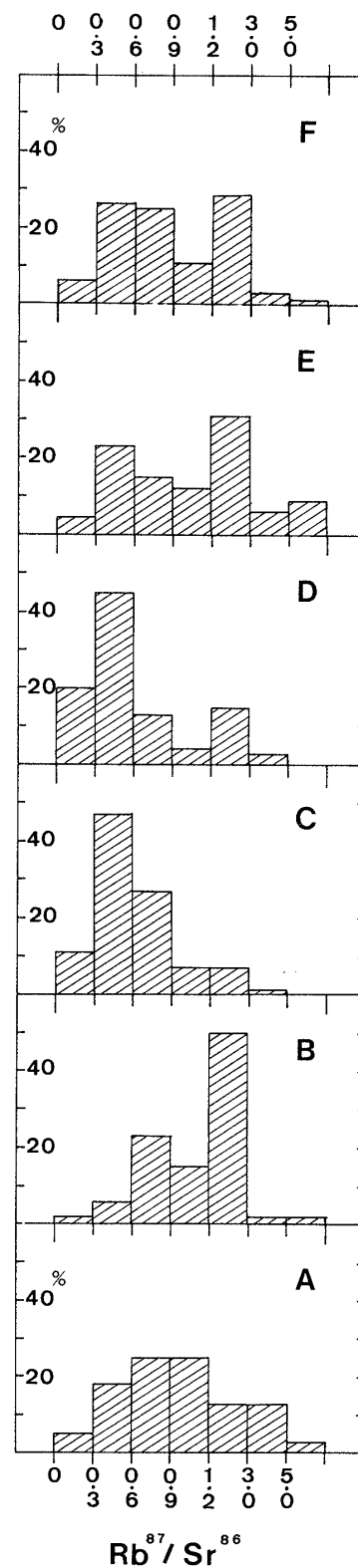
領家帯: Rb⁸⁷/Sr⁸⁶比が1.2~3.0の間に50%も集中し, 他地域に比較して最もRbに富むパターンを示す.

栗子地域: Rb⁸⁷/Sr⁸⁶比が0.3~0.6の間に45%集中し, 南部阿武隈帯と似たパターンを示す. 但し1.2~3.0にもう一つのピークがある. この小ピークは栗子型花崗岩の影響によるものである.

朝日地域: Rb⁸⁷/Sr⁸⁶比が0.3~0.6と, 1.2~3.0と2つのピークがみられる.

これらの事実から, 栗子地域の花崗岩類は, 南部阿武隈高原の花崗岩類と類似していることが明白である. このことは, 先述してきた帯磁率, 岩相変化のパターンと何ら矛盾しないし, 島津 (1964) の構造区分とも一致する.

さて, 問題は朝日地域のパターンをどう結びつけるかである. 朝日地域周辺のデーターは, 目下地質調査の段階のため十分な議論は出来ないので詳しい検討は今後をしたい. しかし, 現段階で興味ある事実がある. すなわち第7図中のEとFのパターンが良く似ていることである. Fのパターンは, 南部阿武隈の頻度分布と領家帯のものとを単純平均して得られたものである. このことは, 須藤 (1977) が定義した朝日帯の花崗岩類が, 阿武隈帯と領家帯の両方の各岩相のパターンをみると, 再結晶質の強片麻状花崗閃緑岩や, 部分的に再結晶構造を伴う片麻状花崗閃緑岩では, 南部阿武隈高原のRb⁸⁷/Sr⁸⁶比のパターンと全く一致するのに対し, それ以外のものは領家帯のパターンに一致する. また第6図の朝日地域のものでAB線からD側に離れてプロットされる点は, 強片麻状や片麻状花崗閃緑岩である. いいかえると, Rb⁸⁷/Sr⁸⁶比が大きな岩相は, 領家帯の花崗岩類に似ていることである. 朝日地域の花崗岩類が岩相から極めて領家帯の花崗岩類と似ている (山田直利, 私信による) 事実は, 朝日地域において特に若い花崗岩類について, Rb, Srから支持される.



第7図. Rb⁸⁷/Sr⁸⁶比頻度分布図

A … 山陽一苗木帯 (40個), B … 領家帯 (48個), C … 南部阿武隈高原 (122個), D … 栗子地域 (71個), E … 朝日山地西南部 (134個), F … 領家帯と南部阿武隈高原の頻度分布の平均

結 語

東北日本南部における後期中生代酸性活動の性格を知るために、朝日山地西南部と栗子地域について、簡単な記載とともに、帯磁率、岩相変化と内部構造、Rb・Sr含有量、 Rb^{87}/Sr^{86} 比について検討した。その結果次の事が明らかになった。

(1). 朝日山地の塊状アダメロ岩を除くと、両地域の花崗岩類は金谷・石原(1973)のイルメナイト系列に属する。

(2). 岩相変化と内部構造は、二次的変形作用や変成作用を伴わない岩相においては、強い相関関係が認められる。

(3). Rb, Sr含有量は、朝日山地と栗子地域で異なる。これは花崗岩類の根源物質の差によるものと推定される。

(4). Rb^{87}/Sr^{86} 比から、栗子地域は阿武隈帯に対比されるが、朝日山地の古い花崗岩は阿武隈山地の、朝日山地の若い花崗岩は領家帯花崗岩類の特徴を示す。

文 献

- 朝日団体研究グループ(1975MS): 朝日山地西南部の地質・朝日団体研究グループ事務局ニュース, NO.4.
- CHIHARA, K.K. (1959): Geology and petrology of granitic rocks and gneisses in the northern district of Niigata Prefecture, Part I, Granitic rocks. *Jour. Fac. Sc., Niigata Univ.*, Ser. II, 3, 111-169.
- (1963): Geology and petrology of granitic rocks and gneisses in the northern district of Niigata Prefecture, Part II, Nihonkoku gneisses. *Jour. Fac. Sci., Niigata Univ.*, Ser. II, 3, 179-209.
- 茅原一也・青木滋(1975): 三面川上流地域地質調査報告。日本自然保護協会調査報告第49号, 7-18.
- HEIER, K.S. and TAYLOR, S. R. (1959): Distribution of Ca, Sr and Ba in Southern Norwegian pre-Cambrian alkali-feldspars. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 17, 286-304.
- ISHIZAKA, K. (1971): A Rb-Sr isotopic study of the complex, O saka, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan.*, 77, 731-740.
- 磯見 博(編集)(1968): 日本地質構造図, 1:2,000,000地質編集図, No.12, 地質調査所。
- ・河田清雄(1968): フォッサ・マグナ両側の基盤岩類の対比。日本地質学会第75年秋季学術大会総合討論資料「フォッサ・マグナ」, 4-12.
- KAGAMI, H. (1973): A Rb-Sr geochronological study of the Ryoke granites in Chubu district, Central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan.*, 79, 1-10.
- 金谷 弘・石原舜三(1973): 日本の花崗岩質岩石にみられる帯磁率の広域的变化。岩石鉱物鉱床学会誌, 68, 211-224.
- 蟹沢聰史(1976): 白亜紀火成活動からみた東北日本と西南日本. *MAGMA*, No. 44, 19-21.
- 加納 博・黒田吉益・宇留野勝敏・瀧木輝一・蟹沢聰史・丸山孝彦・梅村隼夫・光川 寛・瀬戸延男・大平芳久・佐藤 茂・一色直記(1973): 竹貫地域の地質, 地域地質研究報告, 地質調査所。
- 河野義礼・植田良夫(1967): 本邦火成岩のK-Ar dating (VI)——花崗岩類, 総括——岩石鉱床学会誌, 57, 177-187.
- 今田 正(1964): 朝日山地の地質学的研究, 「朝日連峰」山形県, 248-263.
- (1971): 5万分の1地質図「朝日岳・塩野町」および同説明書, 山形県。
- 黒田吉益(1963): 東北日本の深成変成岩類の相互関係, 球科学, 67号, 21-29.
- 小島秀康(1978MS) 阿武隈変成帯北西延長の二本松変成岩及び栗子変成岩類, 花崗岩類の地質学的岩石学的研究, 秋田小学鉱山地質学教室修士論文。
- MARUYAMA, T. (1968MS): On magmatic differentiation of the Samegawa composite mass in the Abukuma Plateau—with a special reference to the close mutuality of the structure and chemistry—Master thesis of Tokyo Univ. of Education.
- 丸山孝彦(1970): 阿武隈高原・鮫川～石川地方の地質と構造, 地質学雑誌, 76, 355-366.
- (1972): 阿武隈高原・鮫川および石川複合岩体の構造。地質学雑誌, 78, 117-127.
- MARUYAMA, T. (1975MS): Petrochemical and geochronological studies on the plutonic rocks of Gosaisho—Takanuki district, Southern Abukuma Plateau. Doctor thesis of Tokyo Univ. of Education.
- (1978): Geochronological studies on granitic rocks, distributed in the Gosaisho-Takanuki district, Southern Abukuma Plateau, Japan. *J.M. Min. Coll. Akita Univ.*, Ser. A, V, 53-102.
- 丸山孝彦(1979): 南部阿武隈高原の花崗岩類のRb-Sr同位体年代論。加納 博教授記念論文集「日本列島の基盤」, 523-558.
- 宮城一男(1961): 東北裏日本グリーンタフ地域の基盤花崗岩質岩石。岩石鉱物鉱床学会誌, 45, 174-185.
- 野中俊夫, 中通り研究グループ(1978): 中通り・奥羽脊梁南部の基盤岩類, その1。日本地質学会第85年学術大会講演要旨, 307.
- 小倉 勉(1957): 山形県朝日山地北東部の地質, とくに花崗閃緑岩類について, 山形大学紀要(自然科学),

- 4, 199-216.
- 大平芳久(1974): 中部阿武隈山地好間川花崗質岩体の構造と侵入運動について. 地質学雑誌, **80**, 119-133.
- SEKI, T. (1978): Rb-Sr geochronology and petrogenesis of the late Mesozoic igneous rocks in the inner zone of the southwestern part of Japan. *Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto*, Ser. B, **XLV**, 71-110.
- SHAW, D. M. (1968): A review of K-Rb fractionation trend by covariance analysis. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **32**, 573-601.
- 柴田 賢・石原舜三(1977): 日本の斑岩類および花崗岩類の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初生値. *MAGMA* No. 49・50, 60-62.
- 茂野 博・山口 勝(1976): 柳井地方の領家帯における変成作用・深成作用のSr同位体比およびRb, Sr含有量による研究. 地質学雑誌, **82**, 687-698.
- 島津光夫(1963): 東北日本の白亜紀花崗岩(I), (II). 地球科学, No. 71, 18-27; No. 72, 24-29.
- (1969): 環太平洋造山帯の新生代酸性火山岩類の生成の場——そのSr同位体比による検討. 地団研専報, No. 18, 91-105.
- 須藤定久(1977): 中部～関東地方における後期白亜紀～古第三紀火山深成作用の問題点. 地団研専報, No. 20, 53-60.
- 菅井敬一郎(1974): 山形県米沢市南東部地域の変成岩類. 山形県立博物館研究報告, No. 2, 73-96.
- (1976): 山形県南端部の変成岩および花崗岩質岩のK-Ar年代. 岩石鉱物鉱床学会誌, **71**, 177-182.
- 高浜信行(1972): 新潟県北部朝日山塊西麓にみいだされた後期中生代火山岩: 朝日流紋岩類. 地質学雑誌, **78**, 323-324.
- TOMITA, T. (1954): Geologic significance of the color of granite zircon, and the discovery of the pre-Cambrian in Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ.*, Ser. D, **IV**, 135-161.
- TUREKIAN, K. K. and KULP, J. L. (1956): The geochemistry of strontium. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **10**, 245-296.
- UENO, N. (1977): Rb-Sr and K - investigations of granodiorites and the associated metamorphic rock in the Abukuma Plateau, Japan. *Earth Sci.*, **31**, 49-54.
- 渡辺岩井・牛来正夫・黒田吉益・大野勝次・砥川隆二(1955): 阿武隈高原の火成活動. 地球科学, No. 24, 1-11.
- 渡辺万次郎(1950): 北上山地の火成活動・地団研専報, No. 1.
- YANAGI, T. (1975): Rubidium-Strontium model of formation of the continental crust and the granite at the island arc. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ.*, Ser. D, **XXII**, 37-98.
- 矢内桂三(1972): 足尾山地北部の後期中生代酸性火成岩類, その1: 地質. 岩石鉱物鉱床学会誌, **67**, 193-202.
- (1973): 足尾山地北部の後期中生代酸性火成岩類, その2: 岩石並びに造岩鉱物の記載とその考察. 岩石鉱物鉱床学会誌, **68**, 6-29.
- ・井上 武・大口健志(1973): 朝日山地の白亜紀後期田川酸性岩類——新第三紀グリーン・タフ層基盤岩の再検討. 地質学雑誌, **79**, 11-22.
- 吉田 尚(1975): 東北日本古・中生代地向斜の分化と発展. 地団研専報, No. 19, 103-114.