

小崎層，球磨層，水越層中の花崗質礫のRb, SrおよびSr同位体組成

柳， 哮
九州大学理学部

浜本， 礼子
九州大学理学部

<https://doi.org/10.15017/4705290>

出版情報：九州大学理学部研究報告．地質学．12 (3), pp.249-253, 1977-02-28. Faculty of Sciences, Kyushu University

バージョン：

権利関係：

小崎層, 球磨層, 水越層中の花崗質礫の Rb, Sr および Sr 同位体組成

柳 哮・浜本 礼子

Rb and Sr contents and Sr isotopic composition of granitic
cobbles in the Kozaki, the Kuma and
the Mizukoshi Formation

Takeru YANAGI and Reiko HAMAMOTO

Abstract

Rb and Sr concentrations, and Sr isotopic compositions were determined for granitic cobbles in conglomerates of Middle and Upper Permian formations in Central Kyushu, Southwest Japan. Rb/Sr ratios in these granitic cobbles range extensively from those in granites dredged from the Kyushu-Palao ridge and also in granites associated with serpentinites of the Nagato tectonic zone to those in batholithic granites in North Kyushu. Sr isotopic compositions of these cobbles with $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ ratios less than 0.3 are homogeneous, being limited in a range of 0.70545 ± 0.00015 . The cobbles from the Upper Permian Mizukoshi Formation give an average whole rock age of 168 ± 28 m.y. with initial ratios of 0.70508 ± 0.00044 . Data for other cobbles are plotted near this isochron of 168 m.y. in the $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ versus $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ diagram. This radiometric age is in conflict with the previously reported fossil evidence, about 60 m.y. younger than the paleontological estimation.

はじめに

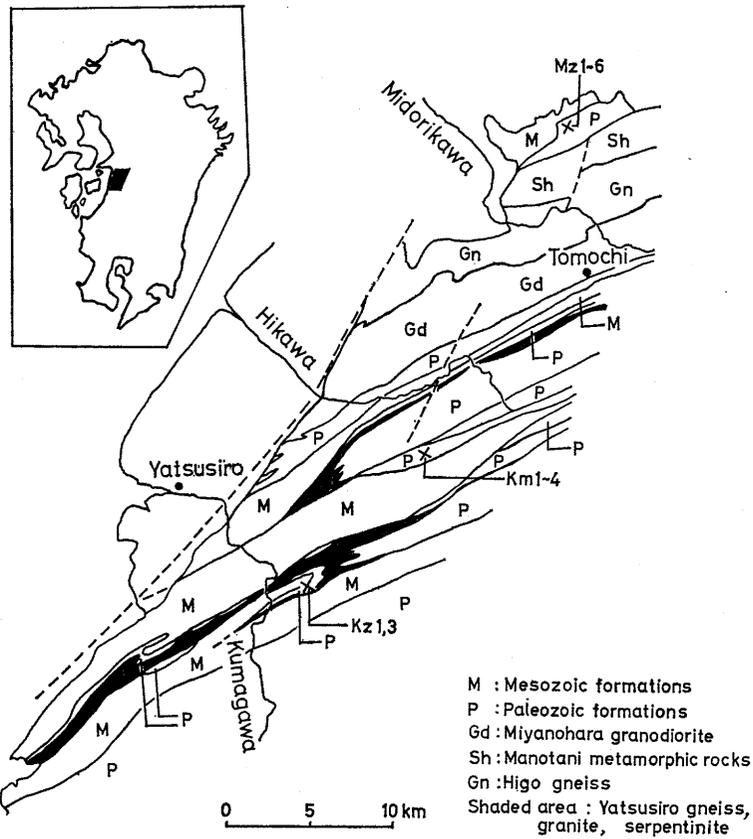
多量の花崗質岩石の礫を含む古生層として九州中部八代地方から上部二疊系水越層 (柳田, 1958), 同球磨層 (勘米良, 1953) および中部二疊系小崎層 (勘米良, 1961) が報告されている。これら花崗質礫の供給地を八代地方の構造帯に求める意見がある (勘米良, 1953; 宮地, 1966; KANO, 1967)。筆者の1人 (T. Y.) は、この構造帯の八代花崗岩の年令を Rb-Sr 法で求める際、上の意見にそい小崎層の花崗質礫についても Rb, Sr の定量と $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の測定を試みた。結果は八代花崗岩のそれと明らかに異なるものであった。また礫の Rb/Sr 比は手許にある他の花崗岩類についての資料に比較し著しく低かった。他方 COLEMAN and PETERMAN (1975) や ISHIZAKA and YANAGI (1975) によってアルプス型の超塩基性岩に伴う花崗質岩石は著しく低い Rb/Sr 比を持つことも明らかにされてきた。そこで小崎層からの試料に水越層と球磨層からのものを加え、分析結果を報告する。

この小論の発表にあたって、九州大学理学部勘米良 亀齡助教授からは試料の提供・原稿の校閲をいただき、同学部柳田寿一助教授からは現地案内・討論をいただいたことを示しお礼申し上げます。

試料, 分析方法および結果

小崎層, 球磨層および水越層それぞれの中での礫岩の産状および構成礫の種類については勘米良 (1953, 1961), 柳田 (1953), 宮地 (1966) および KANO (1967) に詳しく示されている。試料採取地 (第1図) は熊本県八代郡坂本村小崎 (小崎層), 同東陽村笠松 (球磨層) と同県上益城郡御船町上梅木 (水越層) である。

試料礫は程度の多少を問わず変質している。Km 1 を除き他の試料中の有色鉱物は殆んど全て緑泥石, 緑レン石などに变化している。Km 1 は青緑色角閃石と褐色黒雲母を含む。両鉱物は変質していない。斜長石の変質度は Mz 1 と Mz 5 で最も軽く, Kz 1 で著しい。Kz 1 の斜長石の1/3は双晶が確認できない程変質して, 白雲母様鉱物, 方解石, 緑レン石ができてい。変質は斜長石の内部に限られ, 変質部は非変質縁



第 1 図 八代地方の地質略概 (松本・勘米良, 1964 を簡略化) と試料採取地点
 Fig. 1. Geological outline of the Yatsushiro district simplified from MATSUMOTO and KANMERA (1964).

第 1 表 花崗質礫の分析結果
 Table 1. Analytical data of the granitic cobbles.

Sample No.	Rock type	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb/Sr	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr
Kz 1	Tonalite	22.97	589.6	0.0390	0.1128	0.70540 ± 0.00014
Kz 3	Tonalite	10.14	466.3	0.0217	0.0630	0.70548 ± 0.00013
Km 1	Granodiorite	9.74	122.1	0.0798	0.2308	0.70557 ± 0.00009
Km 2	Granodiorite	7.69	90.71	0.0848	0.2453	0.70539 ± 0.00009 0.70544 ± 0.00018
Km 3	Granite	35.1	174.0	0.2017	0.5838	0.70693 ± 0.00010 0.70691 ± 0.00014
Km 4	Granite	46.2	199.6	0.2315	0.6697	0.70649 ± 0.00011 0.70653 ± 0.00018
Mz 1	Granite	88.0	103.0	0.8544	2.475	0.71088 ± 0.00014
Mz 2	Granite porphyry	35.5	317.5	0.1118	0.3239	0.70578 ± 0.00017
Mz 4	Granite porphyry	28.1	311.7	0.0902	0.2616	0.70547 ± 0.00012
Mz 5	Granite	0.165	81.07	0.00204	0.00590	0.70534 ± 0.00009
Mz 6	Granophyre	74.9	226.8	0.3302	0.9558	0.70727 ± 0.00009

Kz: 小崎層 (Middle Permian Kozaki Formation)
 Km: 球磨層 (Upper Permian Kuma Formation)
 Mz: 水越層 (Upper Permian Mizukoshi Formation)

辺で縁ちどられる。他の試料の斜長石は Kz 1 程には変質していず、微細な粒子で薄く汚染され、緑レン石、方解石の小粒子を含むもので、その双晶などはよく観察される。鏡下でみれる程の方解石脈ほどの試料にも認められる。産出層別に試料をみると、小崎層からの試料はカリ長石を含まない。球磨層からの試料は少量のカリ長石を含み、なかには文象構造を持つものもある。よくクサビ石を含む。水越層からのものは程度の差を問わなければ、カリ長石を含み斑状構造・文象構造を持つ。

採取した礫は球形をなし、直径約10~30cmのものである。採取した礫をハンマーで割り、外殻を除き、径1~2cmに砕き、蒸留水で洗浄後粉碎し分析試料とした。

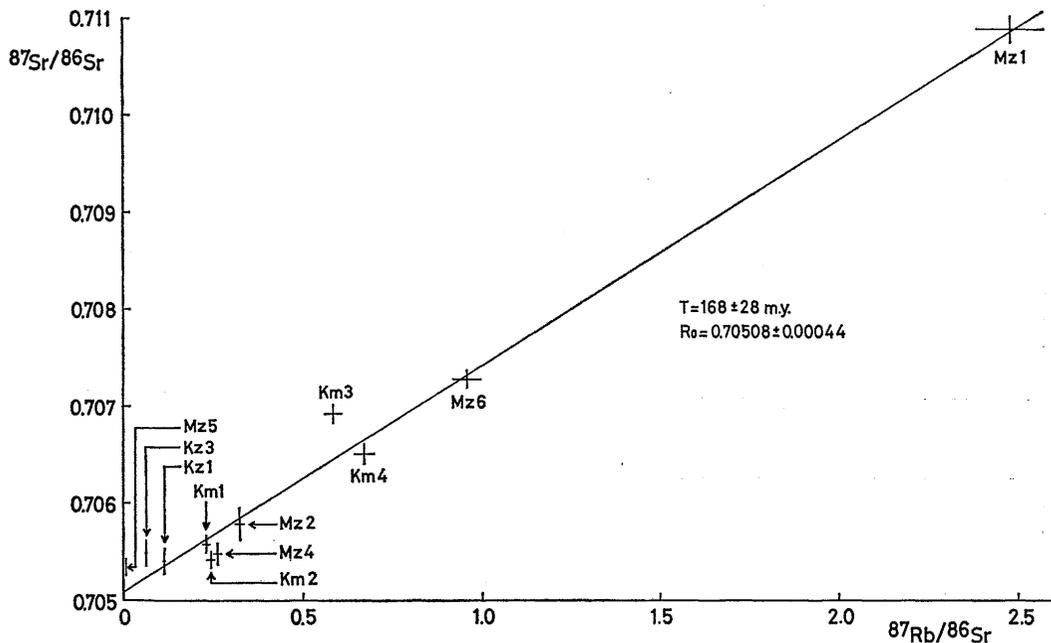
Rb, Sr の定量, Sr 同位体組成の測定方法については既に発表している (YANAGI, 1975)。Rb, Sr の定量誤差はそれぞれ 3%, 1% 内である。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}=0.1194$ になるように合わせた。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の誤差(2 σ)は第 1 表に示した。Km 2, Km 3, Km 4 に示した 2 個の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は 5 ヶ月隔て化学処理および測定を行なったもので、再現性を示すため示した。E & A SrCO₃ の値は 0.70800 ± 0.00008 である。年令の算出には $\lambda=1.39 \times 10^{-11}/\text{year}$ を用いた。分析結果は第 1 表および第 2, 3 図に示した。

考 察

岩石中の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比に応じ時間とともに増加する。時間による増加を少なくおさえるため $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比 0.3 以下の試料のみについて、まず $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を比較してみると、礫岩それ自身が持つ雑然性と試料の変質にもかかわらず、また試料の採取地層をも問わず $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は測定誤差内で一致していることがわかる。すなわち、これらの値は 0.70545 ± 0.00015 の範囲にある。いま比較した試料の $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比の平均は 0.153 である。

他方水越層からの試料は第 2 図に示すようにほぼ直線を形成しているとみれる。この直線の $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}=0.153$ における $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は 0.70544 ± 0.00044 であり、前の値と一致する。これら 2 つの事実は試料としたそれぞれの花崗質岩石の生成時の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比がほぼ一致していて、また生成後今日までに経過した時間がほぼ同じであったとみなすことによって十分に説明できる。生成時の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は 0.70508 ± 0.00044 にあり、経過した平均年令は 168 ± 28 m. y. である。

勘米良 (1953) と柳田 (1958) は礫岩の礫の大きさとその地域的变化から堆積地から供給地までの距離が大きくなかったと結論した。KANO (1967) は礫の主成分組成が分化指数に応じ系統的に変化することを示



第 2 図 花崗質礫の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 図

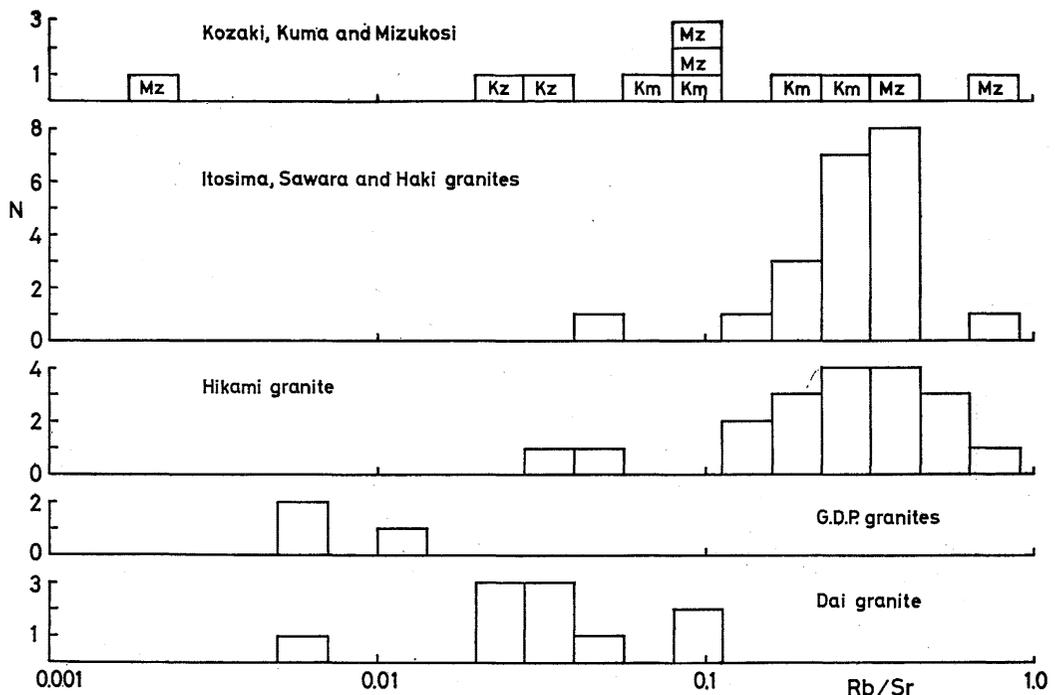
Fig. 2. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ vs. $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ plots of the granitic cobbles.

した。先の結論はこれらによって間接的に支持されよう。しかしここに示した $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の一致と直線の形成はそれぞれの試料礫の供給体たる花崗質岩石が同一連続岩体であったことを必ずしも意味するものではない。また $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の一致に関してはよいとしても、ここに示した平均年齢は水越層からの試料に負うものであって、球磨層からの試料もよく説明している(第2図)とはいえ、ばらつき大きさ(Km 3)からみて球磨層からの試料に今すぐ適用することはできない。球磨層および小崎層の礫についてはさらに測定を加えなければならない。

勘米良(1953)と柳田(1958)は球磨層と水越層の化石および岩相が相互に対比できることを示し、両層の時代を紡錘虫化石に基づき、上部二疊紀とした。これはここに示した花崗質礫の分析結果と矛盾する。球磨層については今後に残すとしても、水越層の時代でもってこの層からの試料の分析結果を説明することはできない。水越層は堆積後、礫岩の礫の Rb-Sr 系が礫岩全体に渡って再編成される程度の変質作用を受けたとしない限り、ここに示した分析結果は水越層の年齢が約 168m. y. を越え得ないことを示している。勘米良(1953)は球磨層の岩石・地層の変質・変形度が

球磨層より古い時代の古生層のそれより格段に弱く、むしろ中生層のそれに近いことを指摘している。同様の指摘は水越層にも適用できる。堆積後に Rb-Sr 系が礫岩全体に渡って再編成されたと考えることそのものが困難であるのみならず、このような観察はそれを否定していよう。このようにみえてくると、古生物学的事実との矛盾は明らかである。

次に花崗質礫を他の花崗岩類と比較することによって花崗質礫の分析結果に現われた特徴をみってみる。八代花崗岩は花崗質礫との類似が指摘されたものの一つである(宮地, 1966; KANO, 1967)。その Rb/Sr 比は 0.4 以上で高く、その値の多くは 1~4 の範囲にある(NOHDA, 1973; YANAGI, 1975)。このことは第1表に示した分析結果とは異なる。地理的に大きく隔るが北上山地の氷上花崗岩も近縁が指摘されたものの一つである(KANO, 1967)。この花崗岩の Rb/Sr 比(SHIBATA, 1974)の頻度分布は北九州地方の花崗岩類(杷木, 糸島, 早良)の Rb/Sr 比(YANAGI, 1975)の頻度分布とほぼ等しい(第3図)。礫とこれらの花崗岩類との比較は第3図に示した。球磨層からは花崗質礫に伴って蛇紋岩・輝岩・斑れい岩の礫が産する(勘米良, 1953)。勘米良(1953)は礫の大きさ、火成



第3図 花崗質礫と種々の産状の花崗岩類の Rb/Sr 比
Fig. 3. Rb/Sr ratios of the granitic cobbles and some granites of different occurrences.

岩類の種類・量および礫においてみられる各岩類相互の関係から、これら火成岩礫は恐らく一系統の深成岩体 (plutonic complex) に由来すると推定した。

この推定は1つの例として長門構造線に伴う深成岩体 (村上, 1971) を思いおこさせる。この深成岩体中の台花崗岩の Rb/Sr 比も九州一パラオ海嶺からの花崗岩類 (GDP granites) の資料と合せ第3図に示した。上にあげた花崗岩類と試料礫とを比較してみると、礫の Rb/Sr 比は GDP 花崗岩類・台花崗岩の値から氷上花崗岩ないし北九州の花崗岩類の値まで広い範囲に渡っていて、その半数以上が台花崗岩の値に相当するといえる。台花崗岩は K_2O/Na_2O 比が低い (村上, 1971)。GDP 花崗岩類の K_2O/Na_2O も低い (ISHIZAKA and YANAGI, 1975)。礫の K_2O/Na_2O 比は氷上花崗岩の値より低いか重複する (加納, 1975)。すなわち K_2O/Na_2O 比についても Rb/Sr 比でなしたような礫の位置づけができる。ISHIZAKA and YANAGI (1975) は GDP 花崗岩類や台花崗岩は恐らく single-stage mantle-derived granite であろうとした。YANAGI (1975) は北九州の花崗岩類が平均大陸地殻相当の Rb/Sr 比を持つ一次地殻物質に由来するとした。これらの見解は更に検討を続けられなければならないが、試料礫の Rb/Sr 比は両見解を結ぶ重要な位置にあることは指摘できる。

おわりに

水越層からの花崗質礫の分析結果とこの層からの古生物学的事実との間の矛盾に直接示唆を与える資料を求めることはできなかった。

球磨層・水越層の紡錘虫を含む石灰岩は、全て礫質である (勘米良, 1953; 柳田, 1958)。このことは、1つの問題を含む。すなわち勘米良の談話によれば、両層を特徴づける *Lepidolina kumaensis* 化石群は、確実に一次的な化石群であるとすることはできない。類似の花崗岩礫と *L. kumaensis* 化石群を含む地層

は、黒瀬川構造帯にそって四国、紀伊および関東山地にも知られているが、全て周りの地層とは断層で接する。今後花崗質礫と化石を含む石灰岩との堆積学的あるいは構造地質学的関係の解明が待たれる。

礫の平均年令に近いものとしては、杷木花崗岩の 159 ± 13 m. y. 糸島花崗岩の 166 ± 40 m. y. (YANAGI, 1975) をあげることができる。両花崗岩類と礫として示されている花崗岩類とがどのように関連していたかも今後解明されなければならない。

引用文献

- COLEMAN, R. G. and PETERMAN, Z. E. (1975): Oceanic plagiogranite. *Jour. Geophys. Res.*, **80**, 1099-1108.
- ISHIZAKA, K. and YANAGI, T. (1975): Occurrence of oceanic plagiogranite in the older tectonic zone, southwest Japan. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **27**, 371-377.
- KANO, H. (1967): On the Usuginu granitic rocks in Kyushu, Japan. *Jour. Min. Coll. Akita Univ.*, [A], **4**, 1-37.
- 加納 博(1971): 北上山地の薄衣式礫岩 (総括). 地質雑, **77**, 415-440.
- 勘米良 亀齡(1953): 球磨層一特に日本の二層系上部統に関して. 地質雑, **59**, 449-469.
- (1961): 中部ペルム系小崎層. 九大理研報, [地質], **5**, 196-217.
- 松本達郎・勘米良 亀齡(1964): 5万分の1地質図幅「日奈久」および同説明書. 地質調査所.
- 宮地貞憲(1966): 中部二層系小崎層中に含まれる花崗岩礫の意義. 九大教養地学研報, **13**, 9-14.
- 村上允英(1971): 長門構造帯台地域蛇紋岩類に伴われる花崗質岩類の岩石学的研究. 松下久道教授記念論文集, (2), 57-66.
- NOHDA, S. (1973): Rb-Sr dating of the Yatsushiro granite and gneiss, Kyushu, Japan. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **20**, 140-144.
- SHIBATA, K. (1974): Rb-Sr geochronology of the Hikami granite, Kitakami mountains, Japan. *Geochem. Jour.*, **8**, 193-207.
- YANAGI, T. (1975): Rubidium-strontium model of formation of the continental crust and the granite at the island arc. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ.*, [D], **22**, 37-98.
- 柳田寿一(1958): 上部二層系水越層. 地質雑, **64**, 222-231.