

島根県西部に分布する真砂花崗岩体の年代学的研究

大平寛人*・末廣彬齊*・飯泉 滋*

Geochronological study on the Masago pluton, Shimane Prefecture, SW Japan.

Hiroto Ohira*, Akinari Suehiro* and Shigeru Iizumi*

* 島根大学総合理工学部, Department of Geoscience, Shimane University

1. はじめに

四国北部から中国地方には、白亜紀から古第三紀にかけての深成岩類が広く分布している。これらの深成岩類はその産状、岩相、化学組成、帯磁率、放射年代などから山陰・山陽・領家の3帯に区分されている(Ishihara, 1971)。また、その活動期から、広島期(75-100 Ma)・因美期(50-75 Ma)・高山期(35-50 Ma)・田万川期(25-35 Ma)の4期に区分されている(飯泉ほか, 1985)。

山陰帯では古第三紀深成岩類である因美期・高山期深成岩類が卓越し、山陽帯では白亜紀深成岩類である広島期深成岩類が卓越する。このことは、白亜紀から古第三紀にかけての火成活動が山陽側から山陰側に移動したことを意味する。また、各帯の同位体的特徴については、山陰帯にほぼ相当するN-ZoneのSrI値は0.7060以下、山陽帯に

ほぼ相当するT-ZoneのSrI値は0.7060以上を示すことが報告されている(Kagami et al, 1992)。

本研究対象である真砂花崗岩体の放射年代については、K-Ar法によって94-108 Ma(金属鋳業事業団, 1974; 河野・植田 1966; Shibata and Ishihara, 1974)と報告されており、一部にはグライゼン化した試料の測定結果も含まれている。

今回、真砂花崗岩体の定置年代を明確にするためにK-Ar法よりも閉鎖温度の高いRb-Sr法を用いて年代測定を行なった。

2. 地質概説

真砂花崗岩体は島根県南西部の益田市に分布し東西約7km、南北約5kmのレンズ状の輪郭をもつ岩体である(図1)。本岩体は北東部では三隅層

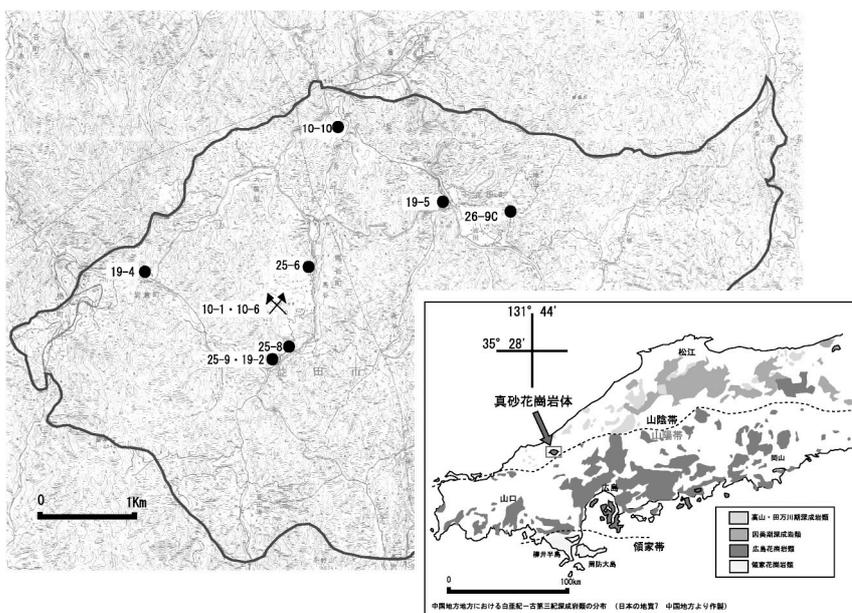


図1 真砂花崗岩体の分布範囲と試料採取地点。

群に、南西部では鹿足層群に貫入しており、これら堆積岩は、岩体の北側及び南側では急傾斜であるが、岩体の東側では緩傾斜を示す。また、本岩体は三隅層群および流紋岩質火山砕屑岩の一部に広範囲に熱変成作用を与え、それらは著しくホルンフェルス化している(広渡ほか, 1981)。本岩体はチタン鉄鋳系花崗岩類に属し、正長石の斑状結晶(径 1-3 cm)によって特徴づけられる黒雲母花崗岩体であり、岩体由来のアプライトおよびペグマタイトを伴う。

本岩体に関連した放射年代は K-Ar 法による 4 例が報告されており、河野・植田(1966)による 94 Ma(黒雲母)、Shibata and Ishihara(1974)による 94.4 ± 3.7 Ma(白雲母)、金属鋳業事業団(1972)による 108 および 105 Ma(黒雲母)である。このうち河野・植田(1966)らの 94 Ma と金属鋳業事業団の 105 Ma という年代は、変質した黒雲母を測定鋳物として用いている。なお上記の年代は新しい壊変定数(Steiger and Jäger, 1977)によって再計算された値である。

3. 馬谷・城山のペグマタイト鋳床

馬谷・城山ペグマタイト鋳床は真砂花崗岩体の中央やや西よりにある城山(458 m)の中腹、標高 300-400 m にペグマタイトが露出しており、走向延長 60 m、傾斜延長 60 m、最大厚さ 40 m の規模を持ち国内最大級とされる(酒井, 1994)

主用鋳物は石英・カリ長石であり、わずかの白雲母を伴う。石英は半透明-乳白色を呈する入れ子状の自形結晶で、径数 10 cm であるが、かつては径が 1-2 m のものも採掘された。長石は乳白色を呈し、大規模な塊状の分帯を呈する。白雲母は微細なりん片状結晶で長石の表面などに少量みられる。現在は石英と長石が採掘されており、石英は陶磁器原料、建材、ろ過材等に利用され、長石は陶器原料として利用されている。

須藤(2001)によれば、馬谷・城山のペグマタイト鋳床はアプライトの頂部に発達した特異なペグマタイトであり、マイクロクリン・パーサイトと石英の巨晶が密に集まったものであり、巨晶と

巨晶の間にアプライト質花崗岩が存在することや、長石、石英以外の鋳物が著しく少ないことなどの点において一般のペグマタイトと異なるとしている。

4. 試料採取

本研究では、真砂花崗岩体の約 30 地点からサンプルを採取し、鏡下での岩石記載を経て、9 試料を分析に供した。

真砂花崗岩体の主岩相は、1-3 cm の自形-半自形のカリ長石を斑晶として含む斑状花崗岩であり、構成鋳物はカリ長石、他形の石英、半自形の斜長石、黒雲母である。石英は一部で波状消光を示し、カリ長石にはパーサイト組織が顕著にみられる。試料によっては斜長石の絹雲母化・黒雲母の緑泥石化も認められる。岩体全体を通して、岩石組織の大きな変化は見られない。また、岩体中のいくつかの場所で白雲母アプライトや黒雲母アプライトを伴う。

斑状黒雲母アプライト(19-2)は、斑晶は主として 1 mm 程度の他形-半自形の斜長石からなり、一部石英もみられる。基質は 0.3-0.5 mm 程度の石英・斜長石・カリ長石からなり、カリ長石はパーサイト組織が顕著である。等粒状黒雲母アプライト(城山南部, 25-8)は 0.5-1 mm の他形粒状の石英・他形-半自形の斜長石およびカリ長石からなる。カリ長石ではパーサイト組織が見られ、黒雲母はほとんどが緑泥石化している。等粒状白雲母アプライト(笹田原北部, 25-12)は 0.5-1 mm の他形粒状の石英・白雲母から構成され、斜長石、カリ長石はあまり含まれない。

馬谷城山鋳山のペグマタイトの鋳床母岩であるアプライトは、斑状白雲母アプライトであり、斑晶は 1 mm 程度の他形粒状の石英、カリ長石からなり、基質は 0.1-0.3 mm 程度の粒状の石英・半自形の斜長石・カリ長石・白雲母の集合体からなる。

5. 実験および結果

真砂花崗岩 5 試料、岩体内で見られたアプライト

表 1 XRF 分析結果.

| Rock type | 花崗岩 | | | | | アプライト | | | | |
|--------------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--|
| Sample | 19-4 | 10-10 | 25-9 | 25-6 | 19-5 | 19-2 | 26-9c | 25-8 | 10-1 | |
| SiO ₂ | 73.97 | 72.59 | 73.56 | 74.40 | 72.75 | 78.82 | 76.52 | 77.11 | 78.94 | |
| TiO ₂ | 0.27 | 0.25 | 0.24 | 0.24 | 0.35 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | |
| Al ₂ O ₃ | 13.88 | 14.55 | 14.14 | 13.55 | 14.05 | 12.15 | 14.50 | 13.30 | 12.71 | |
| Fe ₂ O ₃ | 2.37 | 2.26 | 2.25 | 2.21 | 3.08 | 0.35 | 0.30 | 0.93 | 0.16 | |
| MnO | 0.08 | 0.07 | 0.05 | 0.06 | 0.09 | 0.01 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | |
| MgO | 0.65 | 0.61 | 0.65 | 0.59 | 0.86 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | |
| CaO | 1.90 | 1.98 | 1.85 | 1.92 | 2.06 | 0.45 | 0.16 | 0.49 | 0.08 | |
| Na ₂ O | 3.30 | 3.30 | 3.14 | 3.12 | 3.27 | 2.67 | 4.49 | 3.67 | 2.78 | |
| K ₂ O | 3.57 | 4.22 | 4.22 | 3.81 | 3.57 | 5.52 | 3.95 | 4.67 | 5.36 | |
| P ₂ O ₅ | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.09 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | |
| Total | 100.056 | 99.872 | 100.167 | 99.938 | 100.182 | 100.063 | 100.016 | 100.27 | 100.113 | |
| Ba | 251 | 388 | 356 | 259 | 395 | 97 | 92 | 69 | 107 | |
| Ce | 60.3 | 35.0 | 47.4 | 65.7 | 59.3 | 34.7 | 70.5 | 32.1 | 29.2 | |
| Cr | 6 | 2 | 15 | 8 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| Ga | 17.5 | 9.1 | 17.2 | 17.0 | 17.8 | 17.0 | 33.6 | 22.0 | 20.5 | |
| Nb | 21.6 | 19.0 | 17.7 | 17.7 | 24.2 | 17.3 | 22.9 | 29.0 | 16.8 | |
| Ni | 6 | 8 | 6 | 4 | 7 | 2 | 7 | 4 | 5 | |
| Pb | 26.3 | 24.5 | 23.0 | 21.6 | 21.7 | 31.9 | 12.7 | 40.1 | 15.8 | |
| Rb | 212.9 | 222.5 | 224.6 | 218.6 | 223.3 | 185.9 | 368.0 | 285.5 | 402.4 | |
| Sr | 149 | 163 | 151 | 138 | 160 | 27 | 21 | 11 | 21 | |
| Th | 18.0 | 15.7 | 15.7 | 36.1 | 21.3 | 19.8 | 21.2 | 23.1 | 18.0 | |
| V | 28 | 22 | 27 | 14 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Y | 34.2 | 29.2 | 28.5 | 32.9 | 35.9 | 38.8 | 155.1 | 53.6 | 85.3 | |
| Zr | 123.5 | 109.8 | 108.2 | 107.6 | 151.1 | 57.6 | 23.7 | 62.8 | 56.8 | |

表 2 真砂花崗岩体の Sr および Nd 同位体組成.

| Sample | Sr | Rb | ⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr | ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr | SrI | ε Sr | Nd | Sm | ¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd | ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd | NdI | ε Nd |
|--------|-------|-------|------------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------|-----------------|
| 花崗岩 | 19-4 | 149.4 | 212.9 | 4.124882 | 0.712414 | 0.706743 | | | | | | |
| | 10-10 | 163.1 | 222.5 | 3.948633 | 0.712044 | 0.706617 | 31.67 | 18.6353 | 4.5395 | 0.147261012 | 0.512425 | 0.512332 -3.547 |
| | 25-9 | 151.2 | 224.6 | 4.299738 | 0.712358 | 0.706449 | 29.277 | 20.2927 | 4.7737 | 0.142210861 | 0.512438 | 0.512348 -3.231 |
| | 25-6 | 137.6 | 218.6 | 4.598684 | 0.712778 | 0.706458 | | | | | | |
| | 19-5 | 159.8 | 223.2 | 4.042751 | 0.711782 | 0.706226 | | | | | | |
| アプライト | 19-2 | 26.8 | 185.9 | 20.12135 | 0.734244 | 0.70659 | 31.283 | 18.852 | 4.888 | 0.156742083 | 0.512383 | 0.512284 -4.483 |
| | 26-9c | 20.6 | 368 | 52.0247 | 0.774831 | 0.70333 | | | | | | |
| | 25-8 | 10.6 | 285.5 | 78.74554 | 0.815108 | 0.706883 | 35.44 | 19.4724 | 6.036 | 0.187386902 | 0.512388 | 0.512269 -4.764 |
| | 10-1 | 21.2 | 402.4 | 55.33231 | 0.784969 | 0.708922 | | | | | | |
| カリ長石 | 10-6 | 19.7 | 894.8 | 133.806 | 0.890407 | 0.706508 | | | | | | |

ト 3 試料, 馬谷・城山鉾山内で採取したアプライト 1 試料の合計 9 試料について XRF 全岩化学分析によって Rb および Sr の定量を行った. 分析には島根大学の蛍光 X 線分析装置 (リガク RIX-2000) を用いた. Sr および Nd 同位体組成の分析は島根大学の MAT262 表面電離型質量分析計で行なった. 岩石からの Sr および Nd の抽出法および同位体測定方法は飯泉 (1996) に従った. 年代は York (1996) に従って求めた. なお, 馬谷城山鉾山内で採取したカリ長石および白雲母についても分析を試みたが, 白雲母については Sr 含有量が少なかったため分析をあきらめた. XRF の分析結果を表 1 に, Nd および Sr に関わる同位体分析結果を表 2 に示した.

全岩化学組成では SiO₂ の増加とともに, 主要成分では MnO, 微量元素では Ba, Ni, V などが減少する傾向が見られるが, 多くの場合 SiO₂ 量の変化と各成分の増減において一定の傾向は見られなかった.

図 2 にアイソクロン図を示す. 真砂花崗岩 (真砂花崗岩主岩相 5 試料) の値はほぼ一点に集中しアイソクロンをひくことは不可能であったので, 岩体内に分布するアプライト 4 試料を加えて年代を計算した. アプライトは一般に岩体定置後の分化した残液から形成されと考えられ, それら岩体に由来するアプライトを用いて全岩アイソクロンを求める例は多い. 得られた年代値は 96.7 ± 3.4 Ma であった. Sr 同位体初生値 (以下 SrI

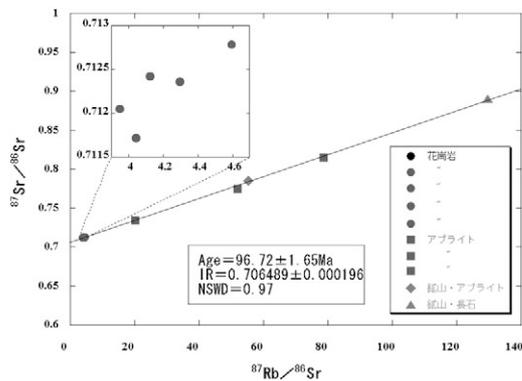


図2 Rb-Sr 全岩アイソクロン.

値)は 0.706498 ± 0.000276 (2σ) であり MSWD (mean square weighted deviation) は 1.10 である (図 2). 馬谷城山のペグマタイト鉱床から採取したカリ長石巨晶も同じアイソクロン上にプロットされ, これを加えると年代値は 96.7 ± 1.7 Ma, SrI 値 0.706498 ± 0.000196 (2σ), MSWD は 0.97 を示す.

6. 考察

6-1 年代値について

岩石記載び XRF 全岩化学分析の結果から真砂花崗岩体は 5~7 km と比較的規模の大きい岩体でありながら, 顕著な岩相変化を持たない均質な岩体である. このことは真砂花崗岩主岩相の Sr の同位体的特徴からも言える.

アプライトを含めた Rb-Sr 全岩アイソクロン年代は 96.72 ± 3.35 Ma を示す. 一般に, Rb-Sr 全岩アイソクロン法の閉鎖温度は高温 (650~700°C) とされ, 得られた年代は岩体の貫入定置およびそれに伴うアプライトの形成時期を示すと解釈される. 今回の分析結果は河野・植田 (1966) らの 94 Ma 及び, Shibata・Ishihara (1974) らの 94.4 ± 3.7 Ma と誤差範囲内で一致すること, 他の K-Ar 年代とも大局的には大きくは矛盾しない.

馬谷城山鉱山で採取したカリ長石の測定結果は, 上述のアイソクロン上に調和的にプロットされる. また, 前述したように, この岩体中には黒雲母アプライトおよび白雲母アプライトの 2 種類のア

プライト脈が伴われるが, いずれのアプライトを用いても, アイソクロンの傾きに大きな差異は認められない. このことから, ペグマタイトおよびその母岩であるアプライトは, 真砂花崗岩体と一連のものであると考えられる.

6-2 同位体的特徴について

真砂花崗岩体の SrI 値, NdI 値を求め, 中国・瀬戸内地方に分布する白亜紀-古第三紀花崗岩岩類及び, 真砂花崗岩体の西方に位置する宇田花崗岩体 (弓削ほか, 1998) とともに, SrI-NdI 図に示した (図 3).

中国・瀬戸内地方は白亜紀-古第三紀の花崗岩類の Sr 同位体組成によって North Zone, Transitional Zone, South Zone, 及び Northrn Kyushu Zone の 4 つに区分される (Kagami et al., 1992). North Zone 及び Northrn Kyushu Zone は SrI 値が 0.7060 以下. South Zone は SrI 値が 0.7070 以上の地域であり Transitional Zone はその中間の地域である. 本岩体の SrI 値は 0.706498 ± 0.000196 であり, T-Zone に相当し, SrI-NdI 図上でも T-Zone の分布域にプロットされる.

7. まとめ

真砂花崗岩体は岩石記載や同位体的特徴からも比較的均質な岩体である. 典型的な真砂花崗岩 5 試料, アプライト 4 試料の計 9 試料を用いて得られた Rb-Sr アイソクロン年代は 96.7 ± 3.4 Ma であり, SrI 値は 0.706498 ± 0.00276 であった. 鉱山で採取したカリ長石もこのアイソクロンに調

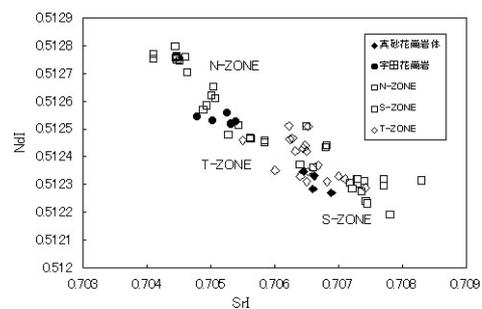


図3 中国地方の花崗岩類の SrI-NdI 図.

和的にプロットされる。真砂花崗岩体の貫入定置とペグマタイトおよびその鉍床母岩であるアプライトの形成は一連の作用によるもの考えられる。真砂花崗岩体の同位体的特徴 (SrI-NdI) は Transitional Zone の深成岩類のものと調和的である。

文献

- 広渡文利・添田 晶・本村慶信 (1981): 真砂花崗岩体周辺の広域地質および鉍床概説。鉍山地質特別号, 9, 1-14.
- 飯泉 滋 (1996): 表面電離型質量分析計, MAT262 による岩石・鉍物試料の Sr・Nd 同位体組成の測定。島根大学地球資源環境学科研究報告, 15, 153-159.
- 飯泉 滋・沢田順弘・先山 徹・今岡照喜 (1985): 中国・四地方の白亜紀-古第三紀火成活動。地球科学 39, 5, 372-384.
- Ishihara S. (1971) Modal and chemical composition of the granitic rocks related to the major molybdenum and tungsten deposits in the inner zone of Southwest Japan. *J. Geol. soc. Japan*, 77, 441-452.
- Kagami H, Izumi S, Tainosho Y, and Owada M. (1992) Spatial variation of Sr and Nd isotope ratios of Cretaceous-Paleogene granitoid rocks, Southwest Japan Arc. *Contribution to Mineralogy and Petrology*. 112, 165-17.
- 河野義礼・植田良夫 (1966) 本邦火成岩類の K-Ar dating (V) —西南日本の花崗岩類—. *岩鉍*, 56, 191.
- 金属鉍業事業団 (1972) 昭和 47 年度精密調査報告書, 益田地域.
- 村上允英 (1981) 益田-松山間に分布する中生代火成岩類及び含有鉍物の化学組成変化. *山口大教養紀要*, 15, 33-74.
- 酒井礼雄 (1994) 私の推薦する天然記念物, 馬谷・城山のペグマタイトの大水晶. *地質ニュース*, 476, 58.
- Shibata K and Ishihara S (1974) K-Ar ages of the Major Tungsten and Molybdenum Deposits in Japan. *Economic Geol.*, 69, 1207-1214.
- Steiger R. and Jäger E. (1977) Subcommittee on Geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmo-chronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 36, 359-362.
- 須藤定久 (2001) 日本の長石及び長石資源. *地質ニュース*, 559, 50-58.
- 筒井夏実 (2001MS) 島根県東部仁多町に分布する内容花崗岩体の年代学的研究. 2001 年度島根大学総合理工学部修士論文, 1-65.
- York D. (1996) Least squares fitting of a straight line. *Can. J. Phys.*, 44, 1079-1086.
- 弓削智子・今岡照喜・飯泉滋 (1998): 山口県阿武地域における白亜紀流紋岩類と花崗岩類の全岩化学組成および Sr, Nd 同位体比. *地質学雑誌*, 104, 159-170.

