

山陰中央部における白亜紀～古第三紀火成活動: Rb-Sr アイソクロン年代からの検討

Cretaceous-Paleogene magmatism in the central San-in district, Southwest Japan: an examination based on Rb-Sr isochron ages

Abstract

Cretaceous to Paleogene intrusive rocks associated with small amounts of contemporaneous volcanic rocks cluster in the central San-in district, SW Japan. Geological and Rb-Sr isochron age data are presented for these intrusive and volcanic rocks in order to clarify the time and correlation of the Cretaceous-Paleogene magmatism in the San-in district. The intrusive rocks comprise a composite batholith, occupying an area of about 2,400 square kilometers. Greater part of the batholith was formed by intrusions of intermediate to felsic magmas during about 25 million years from 75 Ma to 50 Ma, and the batholith was completed by intrusions of late Paleogene small stocks. Based on presently and previously reported geochronological data, the Cretaceous-Paleogene magmatism in the San-in district is divided into three stages, i.e., Cretaceous volcanic rocks and the Mochigase-stage intrusive rocks (~78 Ma), the Inbi-stage intrusive rocks and contemporaneous volcanic rocks (75 to 50 Ma), and the late Paleogene Tamagawa-stage volcanic and intrusive rocks (44 to 30 Ma). A hiatus for six million years is recognized between the Inbi and Tamagawa stage magmatism.

Key words: Rb-Sr isochron age, intrusive rocks, volcanic rocks, Cretaceous, Paleogene, batholith, San-in Belt, SW Japan Arc

西田和浩* 今岡照喜**
飯泉 滋***

Kazuhiro Nishida*,
Teruyoshi Imaoka**
and Shigeru Izumi***

2004年3月22日受付。
2005年2月10日受理。

* 山口大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology,
Yamaguchi University, Yamaguchi 753-8512,
Japan

** 山口大学理学部地球科学教室
Department of Earth Sciences, Faculty of Science,
Yamaguchi University, 1677-1 Yoshida,
Yamaguchi 753-8512, Japan

*** 島根大学総合理工学部地球資源環境学教室
Department of Geosciences, Faculty of Science
and Engineering, Shimane University, Matsue
690-8504, Japan

はじめに

環太平洋の諸地域には、幅数 100 km にもおよぶ中生代～新生代花崗岩類が海岸線に沿ってほぼ連続的に分布し、環太平洋花崗岩帯を形成している。このようなバソリスは、一般に長期間にわたって活動した多くのプルトンから構成され、いわゆる複成バソリスの性格を備えている。従来からこのようなバソリス形成に関わるマグマの活動については多くの研究がなされてきており、最近では岩石学的手法に微量元素を含めた化学組成や Sr, Nd および Pb など複数の同位体組成を加味した検討が行われている。

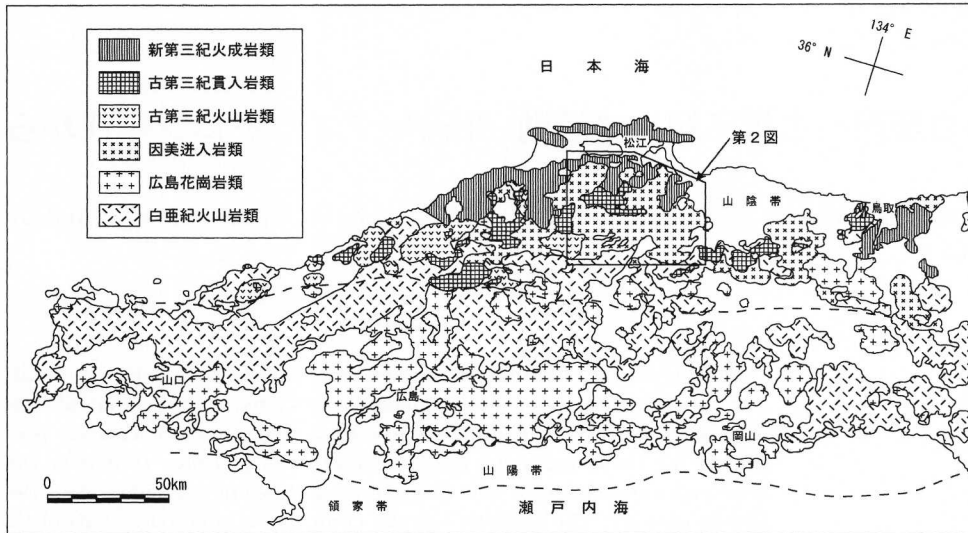
アジア大陸東縁に位置する日本列島では、白亜紀～第三紀において典型的な弧-海溝系が形成され (Taira, 2001)、西南日本外帯では四万十帯における付加体の形成と同時に、内帯では活発な珪長質火成活動が行われ、大規模なバソリスが形成された。西南日本内帯における花崗岩類は、その産状、岩相、岩石や鉱物の化学組成、帯磁率および放射年代等の特徴により、中央構造線から北に向かって領家帯・山陽帯・山陰帯の3帯に区分されている (Ishihara, 1971, 1977; Murakami, 1974; 飯泉ほか, 1985)。領家帯と山陽帯には白亜紀の火成岩が、山陰帯にはおもに白亜紀後期～古第三紀の火

成岩が広く分布している (第1図)。

このうち山陰帯における白亜紀～古第三紀火成活動は、地質学的相互関係や河野・植田 (1966, 1967) 以降の多くの年代学的研究等を基に、白亜紀火山岩類、後期白亜紀貫入岩類、白亜紀末期～古第三紀前期の因美進入岩類、古第三紀中期の高山期火山岩類と鉛山進入岩類、古第三紀中～後期の田万川期火山岩類と田万川期貫入岩類にステージ区分されてきた (飯泉ほか, 1985; 村上, 1985; 村上・今岡, 1987)。このうち古第三紀中後期の火成活動は西方へは、北九州から対馬、さらに五島列島へ、北東方には富山、佐渡、男鹿半島を経て西南北海道へと連続している (今岡, 1986; 今岡ほか, 2003)。

山陰帯のうち、山陰中央部に位置する島根県東部の出雲市から鳥取県西部の江府町にかけての東西約 60 km、南北約 40 km にわたる地域 (第1図の枠内, 第2図) には白亜紀～古第三紀にかけての貫入岩類がまとまって分布する。これらの貫入岩類は本地域の西方および北方においては新第三紀火山岩類や堆積岩類に、北東方においては更新世の大山火山の噴出物に不整合に覆われている。また、その南方には白亜紀火山岩類が広く分布する (寺岡ほか, 1996; 新編島根県地質図編集委員会, 1997)。

本地域の花崗岩類を主体とした貫入岩類についての岩体区



第1図. 中国地方における白亜紀～第三紀火成岩類の分布図. 地質調査所 (1992) を簡略化.

分、産状や形態、岩相や岩質についてはある程度明らかにされ (服部・片田, 1964; 服部, 1978; 山陰バソリス研究グループ, 1982; 鹿野ほか, 1991, 1994; 新編島根県地質図編集委員会, 1997 など), また一部については K-Ar 法を中心とした冷却年代も報告されているが、岩体相互の明確な貫入関係や Rb-Sr 全岩アイソクロン法等による正確な貫入・定置の年代については、一部を除いて不明確のまま残されている。これらは、バソリスの形成プロセスや形成メカニズムを解明する上で欠かすことのできない重要な要素である。

本研究では、標題地域に分布する貫入岩類およびそれらに密接に伴って小規模に分布する火山岩類についての地質学的相互関係およびそれらの Rb-Sr 全岩アイソクロン年代について報告する。Rb-Sr 全岩アイソクロン年代は、マグマの分化作用によりさまざまな岩相・岩質の岩石が形成された年代を示すものと考えられ、これはマグマが上昇し、地殻上部へ貫入・定置した年代と、ほぼ一致するものと考えられる (Albarede, 2003)。本研究では、各岩体の貫入年代に基づき、山陰中央部にまとまって分布する貫入岩類を中心とした火成岩類の活動史を明らかにし、あわせて既報の放射年代値も加味して、山陰帯の白亜紀～古第三紀火成活動史についても検討する。

山陰中央部における白亜紀～第三紀火成活動の概要

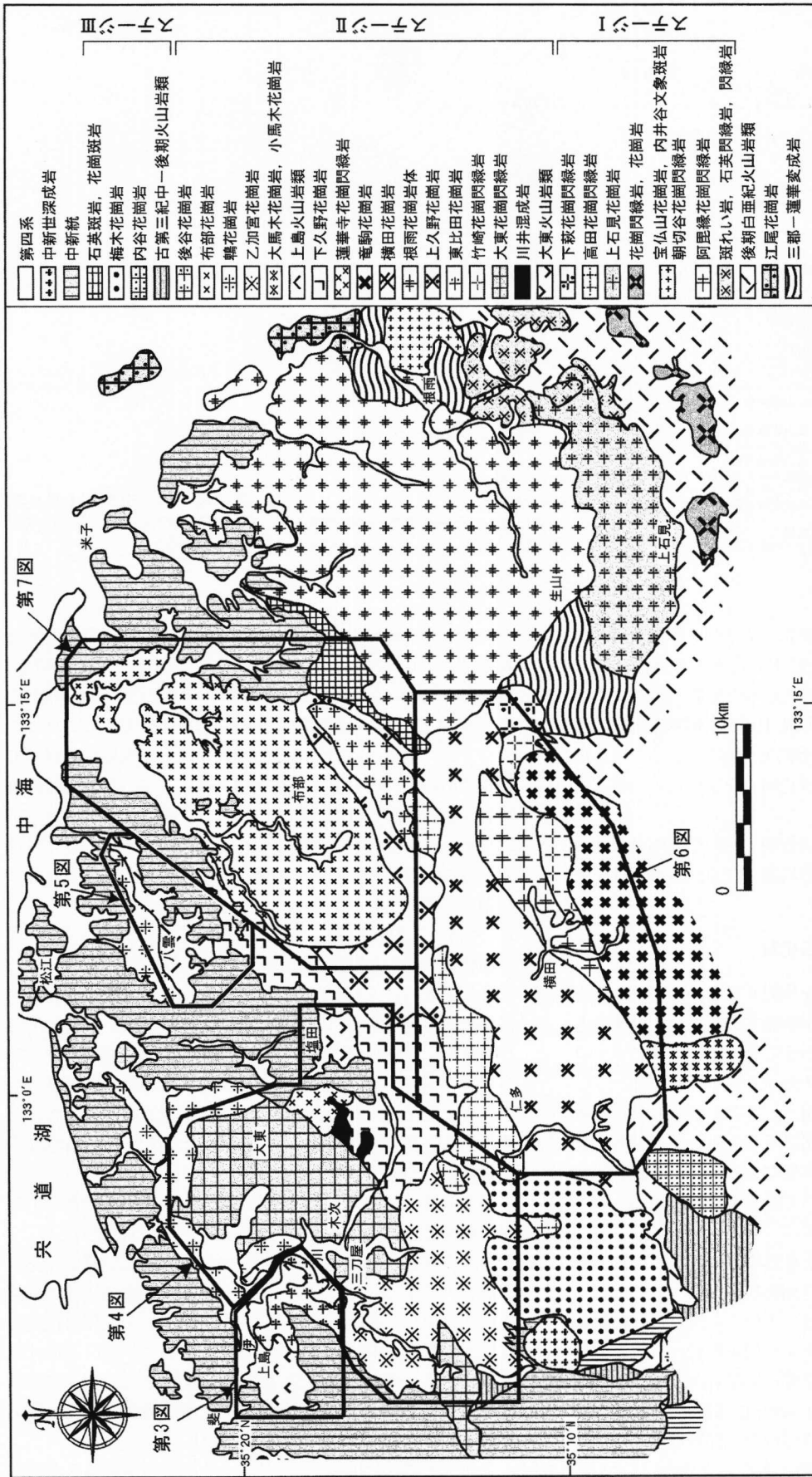
山口県北部から近畿地方北部にかけての山陰帯には、白亜紀～古第三紀火成岩類が広く分布する。山口県～島根県西部にかけての山陰西部には、白亜紀～古第三紀初期の火成岩類も分布するが、おもに始新世～漸新世のコールドロン群をなす火山-深成複合岩体が分布し (Imaoka et al., 1988), 火山岩類は田万川期火山岩類、貫入岩類は田万川期貫入岩類と呼ばれてきた (村上, 1985)。また、鳥取県を中心とする山陰東部には、白亜紀から古第三紀中後期にかけての火山岩類・貫入岩類が分布し、火山岩類は白亜紀火山岩類と古第三紀火山岩類に、貫入岩類は一部 (黒尾峠花崗岩) を除いて因美侵入岩類および古第三紀中後期の鉛山侵入岩類に区分されてきた

(笹田ほか, 1979)。その後、先山 (1986) は因美侵入岩類には山陽帯の一部の貫入岩類に匹敵する 80 Ma 前後の年代を示し、またチタン鉄鉱系の岩体も含まれること等から、それらを因美侵入岩類と区分し、用瀬侵入岩類と呼んだ。

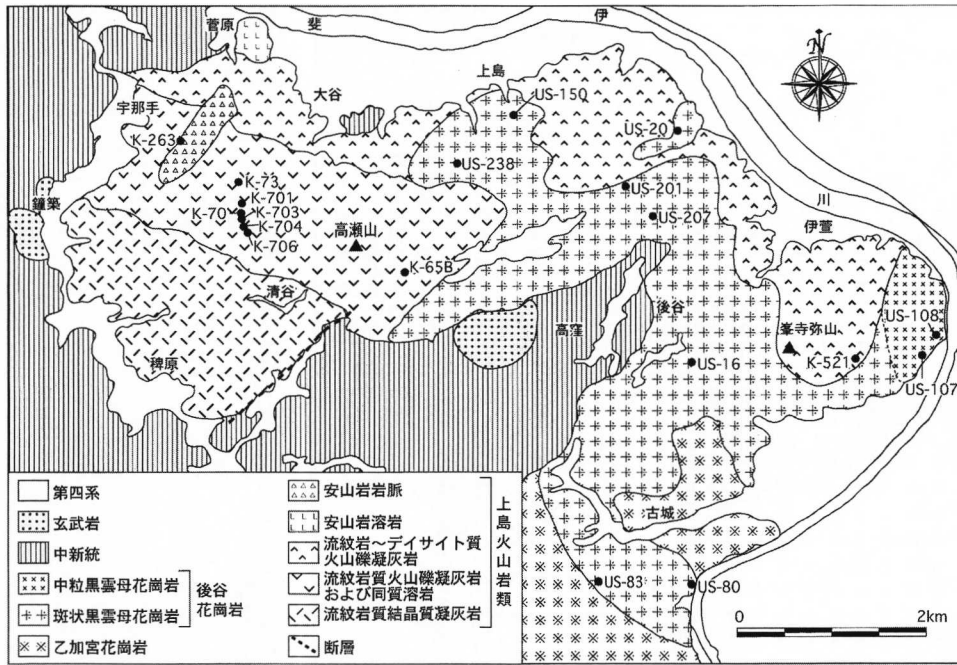
一方、島根県中部-鳥取県西部の山陰中央部には白亜紀～古第三紀の火山岩類を断片的に伴いながら、貫入岩類がまとまって分布する (飯泉・沢田, 1980; 山陰バソリス研究グループ, 1982; 新編島根県地質図編集委員会, 1997)。これらの基盤岩類は、三郡-蓮華変成岩 (Nishimura, 1998)、飛騨帯の西方延長であると推定されるジュラ紀片麻岩類 (石質ほか, 1989) および年代未詳の上意東変成岩類や鳥屋郷変成岩 (鹿野ほか, 1994) である。山陰中央部ではこれらを不整合に覆って、山陽帯の高田流紋岩類に対比されている白亜紀火山岩類が活動した。鳥取県西部の上石見南方に分布する流紋岩～デイサイト質凝灰岩を主体とする三國山流紋岩類や千屋火山岩類 (服部, 1978)、島根県仁多郡仁多町南部から広島県比婆郡高野町北部にかけて分布する、流紋岩～デイサイト質凝灰岩を主体とする白亜紀火山岩類 (新編島根県地質図編集委員会, 1997 など) などがこれに相当する。松江市南方の八雲村周辺に分布する八雲火山岩類 (鹿野ほか, 1994)、島根県大原郡大東町に分布する流紋岩～デイサイト質凝灰岩を主体とする大東火山岩類 (新称)、出雲市東部に分布する流紋岩～安山岩質凝灰岩を主体とする上島火山岩類 (鹿野ほか, 1991) も周囲の貫入岩類との相互関係や岩質・岩相の類似性などから、これらとほぼ同時期の活動であると推定されている (鹿野ほか, 1991; 新編島根県地質図編集委員会, 1997) (第2図)。

その後、本地域では後期白亜紀～暁新世の大規模な貫入岩類の活動があった。各地に散在する斑れい岩・閃緑岩・石英閃緑岩などの小岩体に続く、花崗閃緑岩、花崗斑岩、文象斑岩などの小岩体の活動、さらには中粗粒の花崗閃緑岩や花崗岩のバソリス規模の岩体を含めた活動によって、東西 60 km、南北 40 km に及ぶ巨大なバソリスが形成された。

山陰中央部ではその後、西南部を中心として古第三紀中後



第2図 山陰中央部の地質図。服部・片田 (1964), 石原 (1971), 猪木・坂本 (1977), 服部 (1978), 飯泉 (1979), 坂本・山田 (1982), 飯泉・山陰ハンリス研究グループ (1983), 鹿野ほか (1991, 1994), 寺岡ほか (1996), 新編島根県地質図編集委員会 (1997), 高木ほか (2000) に本研究データを加えて編集。



第3図. 出雲市東部上島地域の地質図および試料採取位置図 (本研究).

期の火成活動があり、おもに流紋岩～デイサイト質火砕岩および溶岩からなる高山層群（山陰中生代末火成活動研究グループ, 1979; 服部ほか, 1983）や大万木山層群（沢田, 1979）などの火山岩類、石見花崗岩（吉田, 1961）、梅木花崗岩（飯泉・沢田, 1980）、内谷花崗岩（瀧口, 1982）など、花崗斑岩、文象斑岩およびアプライト質花崗岩を主体とした貫入岩体が形成された。

これらの白亜紀～古第三紀火成岩類は西部や北部地域で中新世火山岩類や堆積岩類に不整合に覆われる。本稿では、それらを中新統として一括した。

地質・岩石記載

今回、標題地域の火成活動史を検討するため、従来岩体相互の地質関係や岩体の貫入時期が明確にされていない地域を中心に地質学的検討を行い、あわせてRb-Sr 全岩アイソクロン年代を得るための試料採取を行った。今回検討を行った、上島、大東—三刀屋、八雲、横田—仁多および布部の5地域（第2図）の地質図を第3～7図に示し、あわせて試料採取地点を示す。以下、地域ごとに主要な火成岩類の岩質、岩相および岩体相互の地質関係について記述する。

1. 上島地域

島根県出雲市東部に位置する上島地域（第3図）には、上島火山岩類（鹿野ほか, 1991）が東西約8 km、南北約4 kmの範囲に分布する。本火山岩類は、下位から流紋岩質結晶質凝灰岩、流紋岩質火山礫凝灰岩および同質溶岩、流紋岩質～デイサイト質火山礫凝灰岩および安山岩溶岩からなり、これらを安山岩岩脈が貫く。上島火山岩類は、斐伊川北岸付近では古第三紀の鴨花崗岩に貫かれるほか（鹿野ほか, 1991）、後谷花崗岩（新称）にも貫かれる。また、上島火山岩類は、岩体西部および南部で中新統に不整合に覆われる。

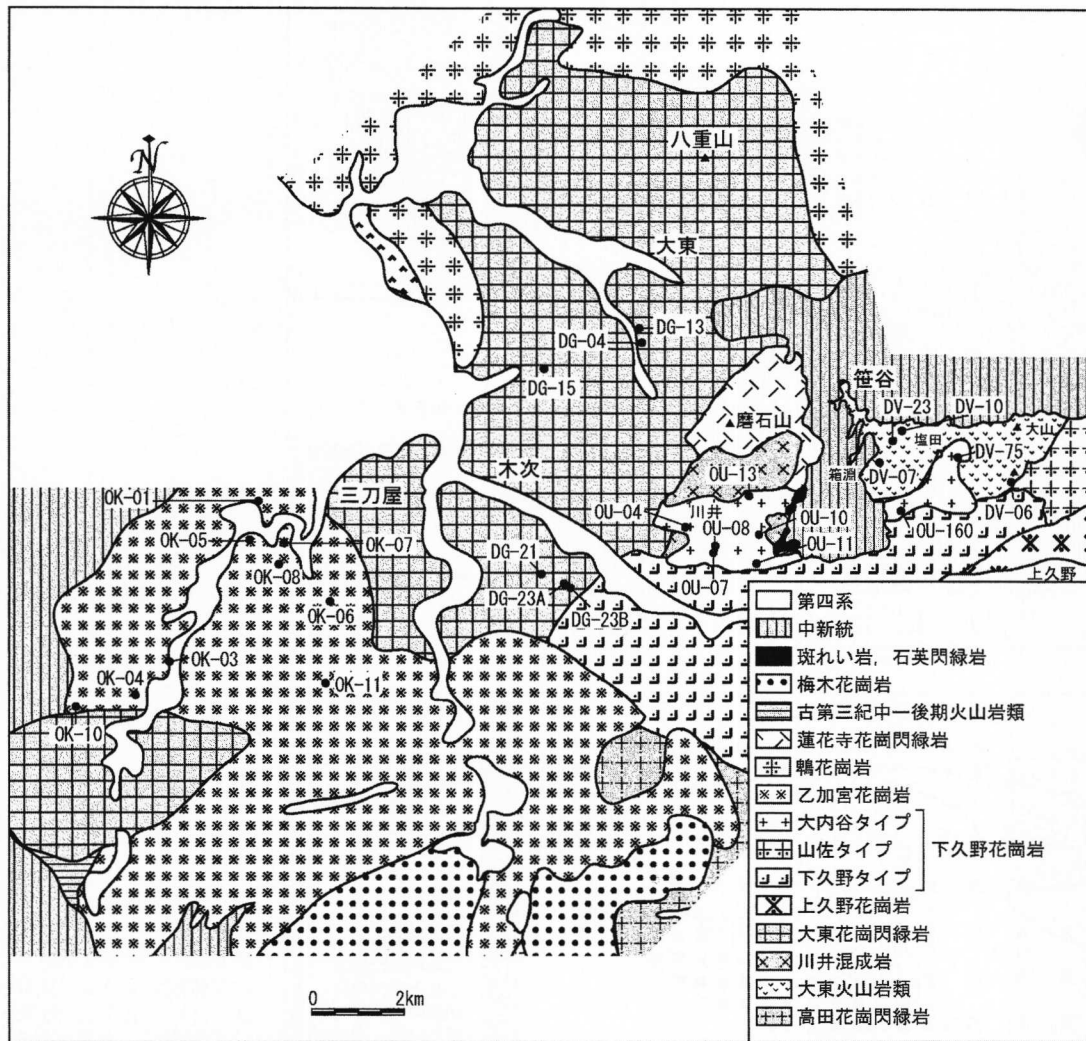
鴨花崗岩は細～中粒黒雲母花崗岩を主体とし、斑状黒雲母花崗岩および中粒角閃石黒雲母花崗岩を伴う（鹿野ほか, 1991, 1994）。乙加宮花崗岩（新称）は飯石郡三刀屋町から掛合町付近にかけて東西約8 km、南北約10 kmにわたって分布する。少量の角閃石を含む中粒角閃石黒雲母花崗岩が主岩相であるが、細粒黒雲母花崗岩も伴い、後谷花崗岩に貫かれる。後谷花崗岩は飯石郡三刀屋町後谷から出雲市付近にかけて東西約3 km、南北約4 kmにわたって分布する。本花崗岩は斑状黒雲母花崗岩を主体とし、中粒黒雲母花崗岩および細粒黒雲母花崗岩を伴う。

2. 大東—三刀屋地域

島根県東部の大原郡大東町～飯石郡三刀屋町地域（第4図）には、多数の貫入岩類が分布する。塩田付近には、白亜紀の活動であると推定されてきた（村山ほか, 1973）大東火山岩類（新称）が東西約2.5 km、南北約1.5 kmの範囲に分布する。本火山岩類は、流紋岩～デイサイト質凝灰岩および同溶岩、デイサイト～安山岩質凝灰岩から構成され、南部および東部で下久野花崗岩に貫かれ、中新統に不整合に覆われる（石原, 1971; 村山ほか, 1973）。

川井混成岩は中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩を主体とするが、岩相変化に富み、細粒石英閃緑岩や黒雲母花崗岩を伴う。川井混成岩酷似の捕獲岩が大東花崗閃緑岩および蓮華寺花崗閃緑岩中に見られる（石原, 1971）。大東花崗閃緑岩は、粗粒等粒状角閃石黒雲母花崗閃緑岩を主体とし、中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩、中粒角閃石黒雲母閃緑岩および細粒黒雲母花崗岩を伴う。本花崗閃緑岩は下久野花崗岩、乙加宮花崗岩、蓮華寺花崗閃緑岩および鴨花崗岩に貫かれる（瀧本ほか, 1965; 石原, 1966, 1971; 鹿野ほか, 1991）。

上久野花崗岩（新称）は大原郡大東町から能義郡広瀬町付近にかけて東西約5 km、南北約15 kmの範囲に分布する粗



第4図. 大原郡大東町～飯石郡三刀屋町地域の地質図および試料採取位置図. 石原 (1971), 新編島根県地質図編集委員会 (1997) に本研究データを加えて編集.

粒黒雲母花崗岩で、一部に粗粒斑状黒雲母花崗岩を伴い、下久野花崗岩に貫かれる。

下久野花崗岩 (瀧本ほか, 1965 による下久野半花崗岩; 石原, 1966 による下久野アプライト), 山佐花崗岩 (石原, 1966 による両雲母花崗岩; 石原, 1971 による山佐優白花崗岩) および大内谷花崗岩 (山本, 1954 による大内谷花崗岩; 石原, 1971 による大内谷斑状花崗岩) は、分布や岩相の類似性から、ほぼ同時期の活動であると推定されている (瀧本ほか, 1965; 石原, 1966, 1971). 鹿野ほか (1994) は、これら3岩体と布部花崗岩中の小岩体を一連の岩体とみなし、これら全体を下久野花崗岩として再定義した。本稿では、鹿野ほか (1994) の定義に従い、瀧本ほか (1965) や石原 (1966, 1971) により区分された下久野花崗岩, 山佐花崗岩および大内谷花崗岩をそれぞれ下久野花崗岩下久野タイプ, 同山佐タイプおよび同大内谷タイプとして岩相区分した。下久野タイプは、細粒黒雲母花崗岩やアプライト質花崗岩を主体とし、斑状黒雲母花崗岩を伴う。山佐タイプは、中～粗粒黒雲母花

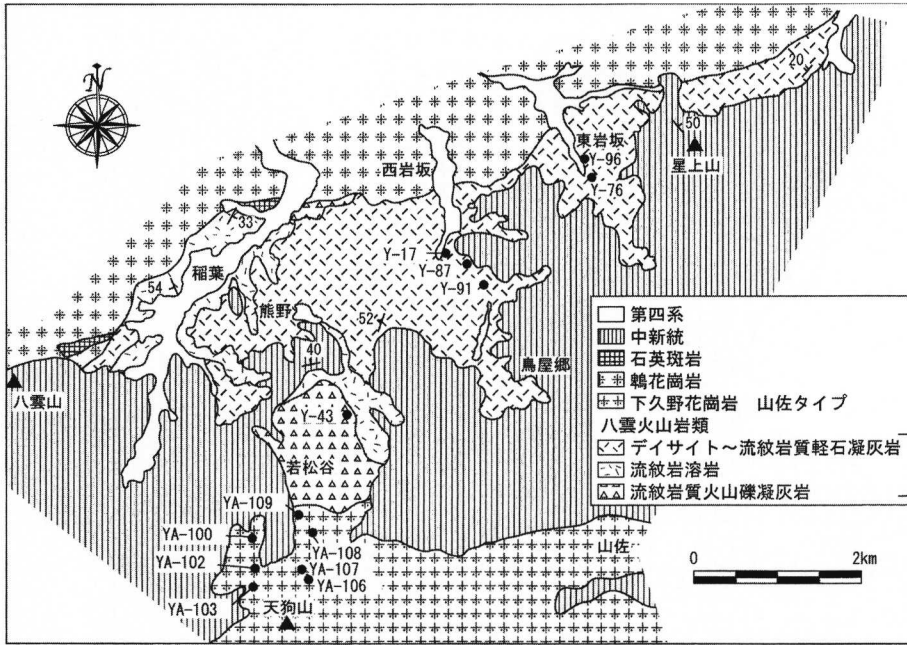
崗岩を主体とし、中粒斑状黒雲母花崗岩を伴う。大内谷タイプは、細粒斑状黒雲母花崗岩, 中～粗粒黒雲母花崗岩, 細粒黒雲母花崗岩からなる。また、大内谷タイプは岩体東部で小規模な斑れい岩や閃緑岩に貫かれる。これらの斑れい岩や閃緑岩の活動時期は不明であるが、中新統の安山岩より古期の岩体であると考えられている (石原, 1971).

蓮華寺花崗閃緑岩は、粗粒黒雲母花崗閃緑岩を主体とし、岩体西部において片状ホルンフェルスおよび片麻岩状ホルンフェルスを捕獲する (石原, 1971).

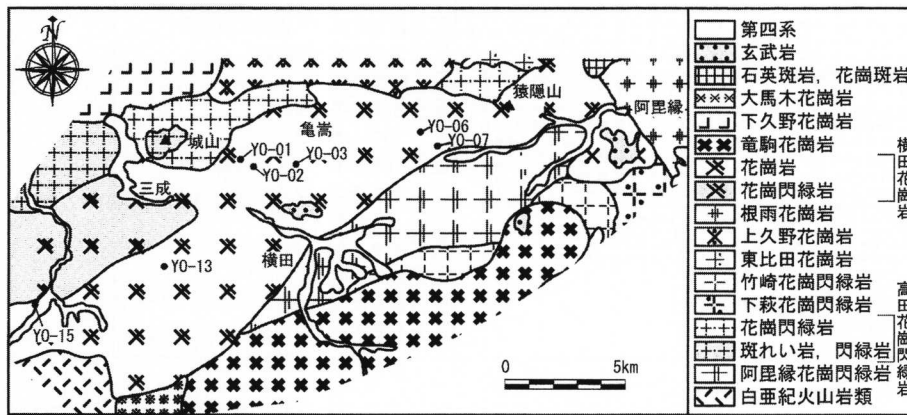
梅木花崗岩は黒雲母花崗斑岩～文象斑岩, アプライト質花崗岩～斑状アプライトを主体とし、岩体中央部に中粒等粒状黒雲母花崗岩を伴う (飯泉ほか, 2002).

3. 八雲地域

本地域中北部に位置する松江市南部の八雲地域 (第5図) には、後期白亜紀の八雲火山岩類 (鹿野ほか, 1994) が東西約7 km, 南北約4 kmの範囲に分布する。本火山岩類は、年代未詳の上意東変成岩類を不整合に覆うと推定され、岩体



第5図. 松江市南部八雲地域の地質図および試料採取位置図。鹿野ほか(1994)に本研究データを加えて編集。



第6図. 仁多郡横田町~仁多町地域の地質図および試料採取位置図。服部・片田(1964), 飯泉・山陰パソリス研究グループ(1983), 高木ほか(2000)に本研究データを加えて編集。

南部では古第三紀の下久野花崗岩の山佐タイプに、岩体北部では鵜花崗岩に貫かれ、中新統に覆われる。八雲火山岩類は、溶結した流紋岩質火山礫凝灰岩、流紋岩溶岩およびデイサイト~流紋岩質凝灰岩からなる(鹿野ほか, 1994)。

4. 横田-仁多地域

島根県仁多郡横田町~仁多町地域(第6図)には、北東-南西方向に伸長した貫入岩体が多数分布する(村山ほか, 1973; 飯泉・山陰パソリス研究グループ, 1983など)。

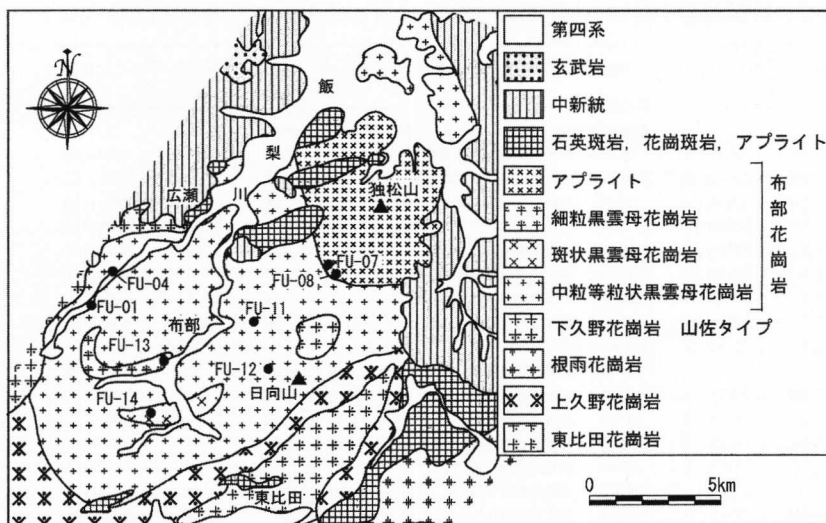
阿毘緑花崗閃緑岩(新称)は中~粗粒等粒状角閃石黒雲母花崗閃緑岩を主体とし、一部に中~粗粒斑状角閃石黒雲母花崗閃緑岩を伴う。本花崗閃緑岩は従来横田花崗閃緑岩(飯泉・山陰パソリス研究グループ, 1983)と呼称されてきたが、後述するように本地域には同名称の横田花崗岩があり、また横田花崗岩にも一部に花崗閃緑岩相が伴われることから、混乱を避けて阿毘緑花崗閃緑岩と新称する。

高田花崗閃緑岩(新称)は仁多郡仁多町から能義郡広瀬町にかけて東西約15 km、南北約4 kmの範囲に分布する。岩体北部で東比田花崗岩、岩体南部で横田花崗岩に貫かれる。

高田花崗閃緑岩は斑れい岩~石英閃緑岩と花崗閃緑岩とに岩体区別されていた(飯泉・山陰パソリス研究グループ, 1983; 新編島根県地質図編集委員会, 1997)が、両者間にはマグマ混合現象が見られるなどの漸移関係が認められるので、単一の岩体として一括した。斑れい岩~石英閃緑岩相は細~粗粒で、花崗閃緑岩は中粒斑状角閃石黒雲母花崗閃緑岩である。

下萩花崗閃緑岩は岩体東部で根雨花崗岩に貫かれ(山陰パソリス研究グループ, 1982)、おもに中~粗粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩から粗粒斑状角閃石黒雲母花崗閃緑岩からなる(飯泉・山陰パソリス研究グループ, 1983)。竹崎花崗閃緑岩は、おもに中~粗粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩と粗粒斑状角閃石黒雲母花崗閃緑岩からなる(飯泉・山陰パソリス研究グループ, 1983)。能義郡伯太町から広瀬町東比田付近にかけて東西約2 km、南北約10 kmに分布する東比田花崗岩(新称)は、粗粒等粒状黒雲母花崗岩を主体とし、岩体南部で横田花崗岩に貫かれる。

根雨花崗岩は中粒~粗粒黒雲母花崗岩、アダメロ岩、粗粒斑状角閃石黒雲母花崗閃緑岩、中~粗粒斑状黒雲母アダメ



第7図. 能義郡広瀬町布部地域の地質図および試料採取位置図. 服部・片田 (1964), 飯泉・山陰バソリス研究グループ (1983), 鹿野ほか (1994) に本研究データを加えて編集.

口岩およびアプライト質花崗岩を主岩相とする (山陰バソリス研究グループ, 1982). 横田花崗岩は, 粗粒斑状黒雲母花崗岩を主体とし, それに漸移する粗粒黒雲母花崗岩, 中～粗粒斑状黒雲母花崗閃緑岩および中粒角閃黒雲母花崗閃緑岩から構成され (飯泉・山陰バソリス研究グループ, 1983), 岩体西部で白亜紀火山岩類を貫く (瀧口, 1982).

竜駒花崗岩は中粒等粒状黒雲母花崗岩を主体とし, 岩体南部で白亜紀火山岩類を貫く (飯泉・山陰バソリス研究グループ, 1983).

大馬木花崗岩 (新称) は島根県仁多郡横田町から広島県比婆郡比和町にかけて東西約 3 km, 南北約 6 km の範囲に分布する粗粒弱斑状角閃黒雲母花崗閃緑岩を主体とする岩体である (高木ほか, 2000).

5. 布部地域

島根県能義郡広瀬町南部の布部地域 (第7図) に分布する布部花崗岩は, 八雲火山岩類の一部を捕獲し (鹿野ほか, 1994), 上久野花崗岩を貫き (飯泉・山陰バソリス研究グループ, 1983), 花崗斑岩, 石英斑岩およびアプライトに貫かれる. 岩体北西部および東部においては, 中新統に不整合に覆われる. 布部花崗岩は, 中粒等粒状黒雲母花崗岩を主体とし, 斑状黒雲母花崗岩, 細粒黒雲母花崗岩およびアプライトの4岩相から構成される (飯泉・山陰バソリス研究グループ, 1983).

上久野花崗岩は, 岩体北西部では下久野花崗岩山佐タイプに, 岩体東部では花崗斑岩, アプライトに貫かれる. 東比田花崗岩と上久野花崗岩の関係は不明である. 小規模に分布する花崗斑岩, 石英斑岩およびアプライト脈は下久野花崗岩山佐タイプや布部花崗岩を貫く.

Rb-Sr アイソクロン年代

山陰中央部に分布する3つの火山岩類 (上島火山岩類, 大東火山岩類, 八雲火山岩類) および7つの貫入岩類 (後谷花崗岩, 大東花崗閃緑岩, 乙加宮花崗岩, 下久野花崗岩大内谷タイプ, 下久野花崗岩山佐タイプ, 横田花崗岩, 布部花崗岩) に

ついて Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を求めた. 同時に得られた Sr 同位体比初生値 (以下, SrI と略す) については, アイソクロン図との関係上データを掲載するにとどめ, その結果についての検討は, 全岩化学組成および Nd 同位体比初生値と共に別稿で議論する予定である.

1. 測定方法

Sr と Rb の抽出方法および Sr 同位体組成の測定方法は飯泉 (1996) に従った. 抽出は, 島根大学総合理工学部および山口大学総合研究棟において行った. 測定には島根大学総合理工学部地球資源環境学教室に設置のフィニガンマット社製 MAT262 型表面電離型質量分析計を用いた. また, Rb, Sr の定量は, 島根大学総合理工学部地球資源環境学教室の理学電機工業社製蛍光 X 線分析装置 (RIX2000) および山口大学総合科学実験センター機器分析実験施設の理学電機工業社製蛍光 X 線分析装置 (RIX3000) で行った. 蛍光 X 線分析装置 RIX2000 および RIX3000 による分析方法は, それぞれ Kimura and Yamada (1996) および梅本ほか (2000) に従った. 後述の方法で分離した鉱物試料の Rb, Sr の定量は, ^{87}Rb - ^{84}Sr ミックススパイクを用いた同位体希釈法により行った. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0.1194$ で規格化した. ^{87}Rb の壊変定数には $1.42 \times 10^{-11} \text{y}^{-1}$ (Steiger and Jäger, 1977) を用い, アイソクロン年代および初生値は York (1966) に従って求めた. 年代および Sr 同位体比初生値の計算には川野 (1994) のプログラムを使用した. この際, $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比の測定誤差は, 蛍光 X 線法と同位体希釈法でそれぞれ 3%, 0.5% とし, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の測定誤差は 0.015% として計算した. 試料の測定期間中に測定した Sr 同位体比標準試料 NBS987 の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の平均値は, 0.710245 ± 0.000010 ($2 \sigma_{\text{mean}}, n = 20$) であった.

2. 測定試料と結果

測定結果を第1表に, また Rb-Sr アイソクロン図を第8図に示す. 各岩体からの測定サンプルは, 新鮮であること, Rb/Sr 比にでき得る限り幅をもたせること, また Rb や Sr 含量がハーカーダイアグラム上で, 各岩体の示すトレンドから

第1表 山陰中央部に分布する火成岩類の Rb, Sr 含有量および Sr 同位体比。(2σ) は Sr 同位体比の下2桁の値を示す。

No.	岩石名・鉱物名	Rb (ppm)	Sr (ppm)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr (2σ)	No.	岩石名・鉱物名	Rb (ppm)	Sr (ppm)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr (2σ)
上島火山岩類 [61.3±0.8 Ma, SrI=0.70514±0.00005]						乙加宮花崗岩 [57.5±2.9 Ma, SrI=0.70486±0.00006]					
K-73	流紋岩溶岩	53.8	594	0.245	0.705323 (12)	OK-06	中粒角閃石黒雲母花崗岩	73.8	347	0.615	0.705395 (09)
K-263	安山岩岩脈	52.1	280	0.500	0.705569 (10)	OK-08	中粒角閃石黒雲母花崗岩	81.0	322	0.728	0.705557 (13)
K-511	本質レンズ	105	223	1.27	0.706275 (10)	OK-11	中粒角閃石黒雲母花崗岩	82.5	286	0.834	0.705511 (11)
K-658	流紋岩溶岩	70.6	155	1.37	0.706351 (09)	OK-01	中粒角閃石黒雲母花崗岩	84.9	267	0.920	0.705606 (12)
K-703	流紋岩溶岩	140	30.9	14.0	0.717017 (76)	OK-05	中粒角閃石黒雲母花崗岩	86.5	271	0.923	0.705585 (09)
K-704	流紋岩溶岩	146	26.0	16.3	0.719509 (84)	OK-04	中粒角閃石黒雲母花崗岩	101	230	1.27	0.705852 (09)
K-70	流紋岩溶岩	150	27.0	16.3	0.719474 (18)	OK-10	中粒角閃石黒雲母花崗岩	98.7	214	1.33	0.705929 (14)
K-701	流紋岩溶岩	71.0	156	16.6	0.719415 (47)	OK-07	細粒黒雲母花崗岩	132	88.0	4.34	0.708437 (09)
K-706	流紋岩溶岩	144	24.4	16.9	0.720002 (12)	下久野花崗岩大内谷タイプ [61.2±2.4 Ma, SrI=0.70485±0.00012]					
大東火山岩類 [66.5±2.4 Ma, SrI=0.70485±0.00014]						OU-13	細粒斑状黒雲母花崗岩	115	307	1.08	0.705767 (09)
D-07	流紋岩溶岩	75.0	241	0.902	0.705729 (13)	OU-160	細粒黒雲母花崗岩	117	277	1.22	0.705961 (34)
D-06	流紋岩溶岩	124	137	2.63	0.707282 (09)	OU-08	細粒黒雲母花崗岩	130	159	2.37	0.706859 (19)
D-23	流紋岩溶岩	168	59.0	8.24	0.712802 (12)	DV-75	粗粒斑状黒雲母花崗岩	170	140	3.51	0.708007 (09)
D-10	流紋岩溶岩	208	62.2	9.70	0.713877 (29)	OU-07	細粒黒雲母花崗岩	170	112	4.39	0.708443 (22)
八雲火山岩類 [85.5±7.3 Ma, SrI=0.70519±0.00010]						OU-10	粗粒黒雲母花崗岩	151	90.0	4.85	0.709152 (17)
Y-43	流紋岩溶岩	45.9	387	0.343	0.705472 (11)	OU-11	細粒黒雲母花崗岩	163	87.2	5.41	0.709547 (14)
Y-96	流紋岩溶岩	54.1	369	0.424	0.705511 (09)	OU-04	細粒黒雲母花崗岩	197	46.8	12.2	0.715492 (19)
Y-76	流紋岩溶岩	106	318	0.960	0.706122 (09)	下久野花崗岩山佐タイプ [61.9±1.6 Ma, SrI=0.70526±0.00020]					
Y-91	流紋岩溶岩	82.7	218	1.10	0.706403 (15)	YA-103	中粒黒雲母花崗岩	148	77.9	5.50	0.710153 (40)
Y-17	流紋岩溶岩	91.6	215	1.24	0.706485 (12)	YA-102	中粒黒雲母花崗岩	149	72.0	6.00	0.710496 (12)
Y-87	流紋岩溶岩	102	212	1.39	0.706742 (11)	YA-107	中粒黒雲母花崗岩	188	70.7	7.68	0.712104 (28)
後谷花崗岩 [52.7±2.4 Ma, SrI=0.70533±0.00014]						YA-100	中粒黒雲母花崗岩	163	53.9	8.73	0.712756 (14)
US-107	中粒黒雲母花崗岩	125	124	2.92	0.707457 (09)	YA-109	中粒斑状黒雲母花崗岩	161	36.7	12.7	0.716386 (16)
US-108	中粒黒雲母花崗岩	121	116	3.02	0.707448 (14)	YA-108	中粒斑状黒雲母花崗岩	186	31.4	17.2	0.720378 (26)
US-201	斑状黒雲母花崗岩	159	145	3.17	0.707574 (12)	YA-106	中粒斑状黒雲母花崗岩	172	26.8	18.5	0.721722 (27)
US-207	斑状黒雲母花崗岩	173	151	3.31	0.707875 (15)	横田花崗岩 [59.6±5.5 Ma, SrI=0.70484±0.00022]					
US-150	斑状黒雲母花崗岩	167	143	3.38	0.707956 (13)	YO-01	粗粒斑状黒雲母花崗岩	106	217	1.41	0.706100 (09)
US-16	斑状黒雲母花崗岩	167	137	3.53	0.708033 (35)	YO-02	粗粒斑状黒雲母花崗岩	105	209	1.45	0.706179 (09)
US-20	斑状黒雲母花崗岩	175	138	3.67	0.708135 (25)	YO-03	粗粒斑状黒雲母花崗岩	126	168	2.17	0.706522 (09)
US-238	斑状黒雲母花崗岩	172	127	3.92	0.708357 (11)	YO-15	粗粒斑状黒雲母花崗岩	112	123	2.63	0.707120 (09)
US-83	細粒黒雲母花崗岩	129	36.7	10.1	0.712762 (13)	YO-13	粗粒黒雲母花崗岩	108	80.1	3.90	0.708250 (16)
US-80	細粒黒雲母花崗岩	139	23.8	16.8	0.717874 (27)	YO-06	粗粒黒雲母花崗岩	140	98.0	4.13	0.708387 (17)
大東花崗閃緑岩 [66.8±6.2 Ma, SrI=0.70477±0.00006]						YO-07	粗粒黒雲母花崗岩	150	83.1	5.22	0.709212 (18)
[54.4±3.8 Ma, SrI=0.70483±0.00008] **						布部花崗岩 [56.1±2.2 Ma, SrI=0.70498±0.00016]					
DG-04	中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩	60.0	403	0.431	0.705208 (14)	FU-04	中粒等粒状黒雲母花崗岩	155	116	3.87	0.708060 (15)
DG-15	中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩	66.9	363	0.533	0.705262 (11)	FU-01	中粒等粒状黒雲母花崗岩	154	114	3.91	0.708164 (18)
DG-13	中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩	74.5	358	0.602	0.705327 (16)	FU-12	中粒等粒状黒雲母花崗岩	162	91.6	5.12	0.709003 (22)
DG-13	斜長石	13.1*	751*	0.051	0.704990 (09)	FU-11	中粒等粒状黒雲母花崗岩	161	73.0	6.38	0.709905 (15)
DG-13	角閃石	1.6*	12.2*	0.379	0.705040 (13)	FU-13	細粒黒雲母花崗岩	160	152	3.05	0.707531 (14)
DG-13	カリ長石	221*	217*	2.94	0.707101 (09)	FU-14	斑状黒雲母花崗岩	137	115	3.45	0.707680 (10)
DG-21	中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩	70.2	306	0.664	0.705389 (11)	FU-08	アプライト	183	65.1	8.14	0.711370 (17)
DG-23A	細粒黒雲母花崗岩	88.6	305	0.840	0.705556 (09)	FU-07	アプライト	205	17.0	35.0	0.733441 (08)
DG-23B	細粒黒雲母花崗岩	104	297	1.01	0.705749 (09)						

*: 同位体希釈法による

**: 鉱物-全岩アイソクロン

大きく逸脱していないこと等を考慮して選択した。

上島地域 (第3図) では、上島火山岩類と後谷花崗岩の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代および SrI を求めた。上島火山岩類については、流紋岩質火山礫凝灰岩および同質溶岩層から流紋岩溶岩 7 試料、流紋岩~デイサイト質火山礫凝灰岩層の本質レンズ 1 試料および安山岩岩脈 1 試料の計 9 試料の測定を行った。上島火山岩類は 61.3 ± 0.8 Ma の年代および 0.70514 ± 0.00005 の SrI を示す。また、後谷花崗岩については、その代表的な岩石である斑状黒雲母花崗岩 6 試料、中粒黒雲母花崗岩 2 試料および細粒黒雲母花崗岩 2 試料の計 10 試料の測定を行った。後谷花崗岩は 52.7 ± 2.4 Ma の年代および 0.70533 ± 0.00014 の SrI を示す。

大東-三刀屋地域 (第4図) では、大東火山岩類、大東花崗閃緑岩、下久野花崗岩大内谷タイプおよび乙加宮花崗岩の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代および SrI を求めた。大東火山

岩類については、流紋岩~デイサイト質凝灰岩層に挟在する流紋岩溶岩 4 試料の測定を行った。大東火山岩類は 66.5 ± 2.4 Ma の年代および 0.70485 ± 0.00014 の SrI を示す。

大東花崗閃緑岩については、中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩 4 試料および細粒黒雲母花崗岩 2 試料の計 6 試料の測定を行った。なお、大東花崗閃緑岩 (DG-13) については斜長石、カリ長石および角閃石を分離し、全岩-鉱物アイソクロン年代も求めた。大東花崗閃緑岩の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代は 66.8 ± 6.2 Ma, SrI は 0.70477 ± 0.00006, 全岩、斜長石、カリ長石および角閃石による全岩-鉱物アイソクロン年代は 54.4 ± 3.8 Ma, SrI は 0.70483 ± 0.00008 を示す。大東花崗閃緑岩の全岩アイソクロン年代はやや誤差が大きいが、全岩-鉱物アイソクロン年代よりかなり古い。鉱物分離を行った試料 (DG-13) は新鮮な岩石であり、鏡下においても顕著な変質は認められないため、変質による影響は考えに

くい。また、今回求めた全岩-鉱物アイソクロン年代のアイソクロンは、Rb/Sr 比のやや高いカリ長石の値によって大きく左右され、これは Rb-Sr 系におけるカリ長石の閉鎖温度による冷却年代と考えられる。

乙加宮花崗岩については、主要な岩相である中粒角閃石黒雲母花崗岩 7 試料および細粒黒雲母花崗岩 1 試料の計 8 試料の測定を行った。乙加宮花崗岩は 57.5 ± 2.9 Ma の全岩アイソクロン年代および 0.70486 ± 0.00006 の SrI を示す。York (1966) の年代計算法では $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比の最も高い値と低い値が基準となって計算され、年代はこれらの試料によって大きく左右される。乙加宮花崗岩のアイソクロンの場合、1 試料 (OK-07) のみが他の試料と大きく異なる高い $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比を示す。そこでその試料を除いて再計算した結果、 48.6 ± 8.9 Ma の年代を得た。これは全試料による年代と誤差範囲で一致するので、誤差の少ない全試料による年代を採用した。

下久野花崗岩大内谷タイプについては、岩体全域の代表的な岩石として細粒斑状黒雲母花崗岩 2 試料、粗粒黒雲母花崗岩 1 試料、細粒黒雲母花崗岩 5 試料の計 8 試料の測定を行った。下久野花崗岩大内谷タイプは 61.2 ± 2.4 Ma の全岩アイソクロン年代および 0.70485 ± 0.00012 の SrI を示す。下久野花崗岩大内谷タイプも、1 試料 (OU-04) が他試料とかけ離れて高い $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比を示す。乙加宮花崗岩の場合と同様に、その試料を除いて年代値を計算すると、 60.8 ± 3.2 Ma を示す。これは全試料による年代値と誤差範囲で一致するので、誤差の少ない全試料による年代を採用した。

八雲地域 (第 5 図) では、八雲火山岩類と下久野花崗岩山佐タイプの Rb-Sr 全岩アイソクロン年代および SrI を求めた。八雲火山岩類の流紋岩質火山礫凝灰岩層に挟在する流紋岩溶岩から 1 試料およびデイサイト～流紋岩質凝灰岩層に挟在する流紋岩溶岩から 5 試料の計 6 試料の測定を行った。八雲火山岩類は 85.5 ± 7.3 Ma の年代および 0.70519 ± 0.00010 の SrI を示す。また、山佐タイプについては、比較的新鮮な岩石が分布する岩体西部から中粒黒雲母花崗岩 4 試料および中粒斑状黒雲母花崗岩 3 試料の計 7 試料の測定を行った。山佐タイプは 61.9 ± 1.6 Ma の年代および 0.70526 ± 0.00020 の SrI を示す。

横田一仁多地域 (第 6 図) では、横田花崗岩から代表的な粗粒斑状黒雲母花崗岩 4 試料および粗粒黒雲母花崗岩 3 試料の計 7 試料を選択し、年代および SrI を求めた。本花崗岩は 59.6 ± 5.5 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代および 0.70484 ± 0.00022 の SrI を示す。

布部地域 (第 7 図) では、布部花崗岩の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代および SrI を求めた。布部花崗岩の代表的な岩石として、中粒等粒状黒雲母花崗岩 4 試料、斑状黒雲母花崗岩 1 試料、細粒黒雲母花崗岩 1 試料およびアプライト 2 試料の計 8 試料の測定を行った。布部花崗岩は 56.1 ± 2.2 Ma の年代および 0.70498 ± 0.00016 の SrI を示す。本岩体の場合、1 試料 (FU-07) が他試料と大きく異なる高い $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比を示すので、その試料を除いて計算した結果、 53.0 ± 2.6 Ma の年代を得た。これは全試料による年代と誤差範囲で一

致するので、誤差の少ない全試料による年代を採用した。

考 察

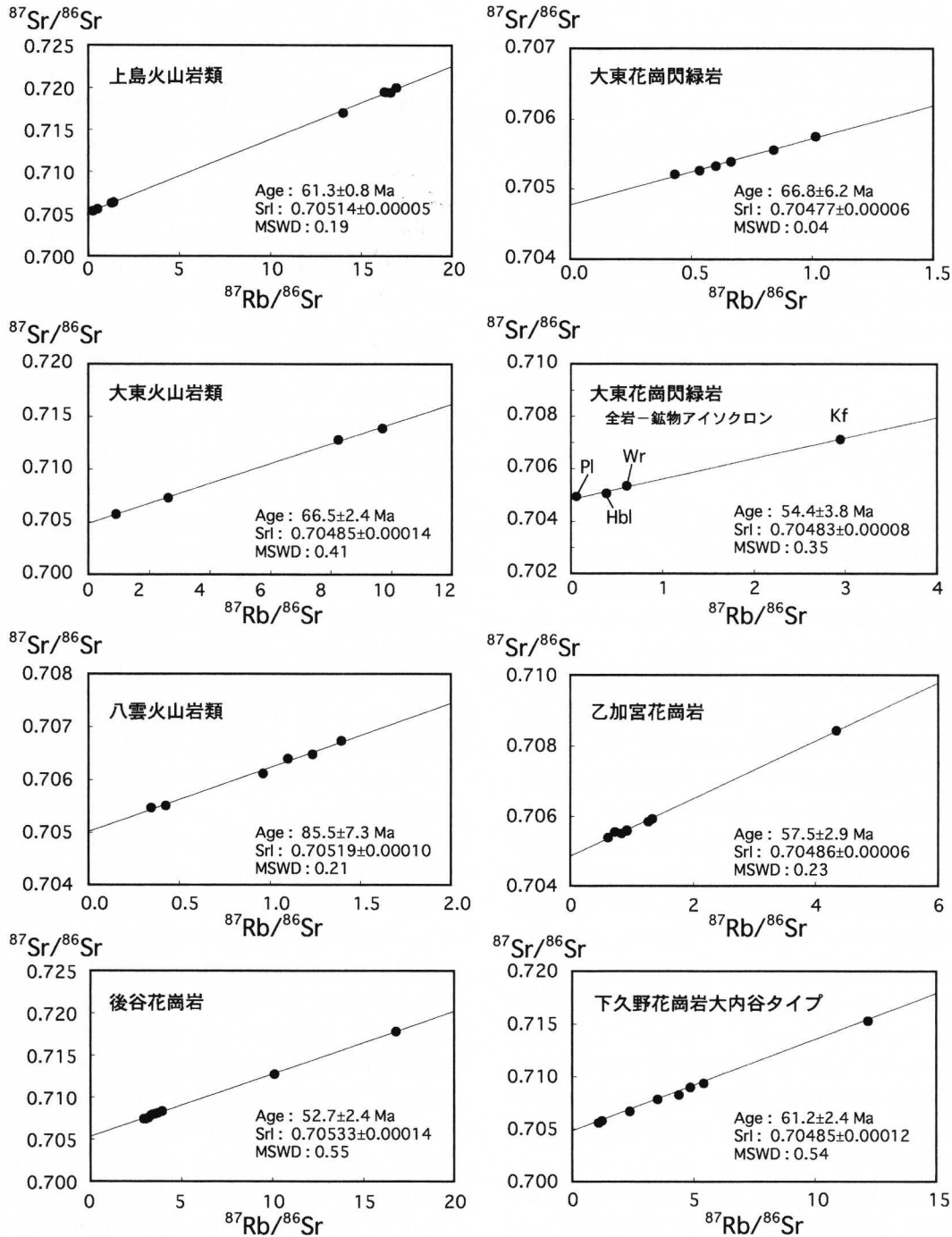
1. Rb-Sr アイソクロン年代と既報年代値との比較検討

標題地域に分布する火成岩類の既報放射年代および今回得られた年代値を第 2 表に示す。なお、既報年代値の引用は誤差表示のあるデータのみに限った。山陰帯には、従来からおもに山陽帯に分布する匹見層群、阿武層群あるいは高田流紋岩類等に対比されてきた白亜紀火山岩類が断片的に分布する。しかし、これらの火山岩類については従来放射年代の報告がなく、正確な活動時期は不明確のままであった。今回得られた山陰帯北部に産する八雲火山岩類の年代は山陰中央部の火山岩としては最も古く (85.5 ± 7.3 Ma)、山陽帯の阿武層群の年代に匹敵するものである。したがって、この時期の火山活動は山陽帯から広く日本海沿岸地域にまで及んだものと考えられる。

大東火山岩類および上島火山岩類の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代は、それぞれ 66.5 ± 2.4 Ma および 61.3 ± 0.8 Ma で、因美進入岩類に先行する、あるいはそれと同時期の年代を示す。従来、因美進入岩類に伴う火山活動の有無については曖昧であったが、これらの結果は山陰帯においては白亜紀最末期～古第三紀初期においても火山活動があったことを示している。したがって、従来白亜紀火山岩類とされてきた山陰帯の火山岩類には、山陽帯の阿武層群や高田流紋岩類に対比されるものと、より若い因美進入岩類に伴うものがあると考えられる。

本地域北西部に産する後谷花崗岩は 52.7 ± 2.4 Ma で、本地域の因美進入岩類の中で最も若い年代を示す。本地域西部に分布する大東花崗閃緑岩は、 66.8 ± 6.2 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を示し、本花崗閃緑岩が 57.5 ± 2.9 Ma の乙加宮花崗岩や 61.9 ± 1.6 Ma の下久野花崗岩などに貫かれることと整合的である。大東花崗閃緑岩は乙加宮花崗岩、下久野花崗岩、鴨花崗岩、蓮華寺花崗閃緑岩の貫入を受けて、接触部付近に一部再結晶した組織が見られる。試料採取は接触部付近を極力避けて行ったが、接触変成作用を受けた程度では Rb-Sr 全岩アイソクロン系はリセットされないとの報告もあり (Kagami et al., 2003)、それによる年代への影響はないものと考えられる。一方、本花崗閃緑岩は、全岩アイソクロン年代よりかなり若い 54.4 ± 3.8 Ma の Rb-Sr 全岩-鉱物アイソクロン年代を示す。この年代は通商産業省資源エネルギー庁 (1987) による 52.2 ± 1.1 Ma および 52.8 ± 1.1 Ma の黒雲母 K-Ar 年代、沢田・板谷 (未公表資料; 今岡ほか, 1994) による 54.9 ± 1.1 Ma の黒雲母 K-Ar 年代、Ishihara et al. (1980) による 51.3 ± 1.6 Ma および Kitagawa et al. (1988) による 50.3 ± 2.5 Ma のセリサイト K-Ar 年代等と誤差範囲で一致する。これらは大東花崗閃緑岩体の冷却年代を示すものと考えられ、本岩体は貫入後、黒雲母や変質の過程で形成されたセリサイトの閉止温度まで冷却するのに長期間を要したものと推定される。

乙加宮花崗岩は 57.5 ± 2.9 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を示し、 53.8 ± 2.1 および 57.1 ± 2.1 Ma の白雲母



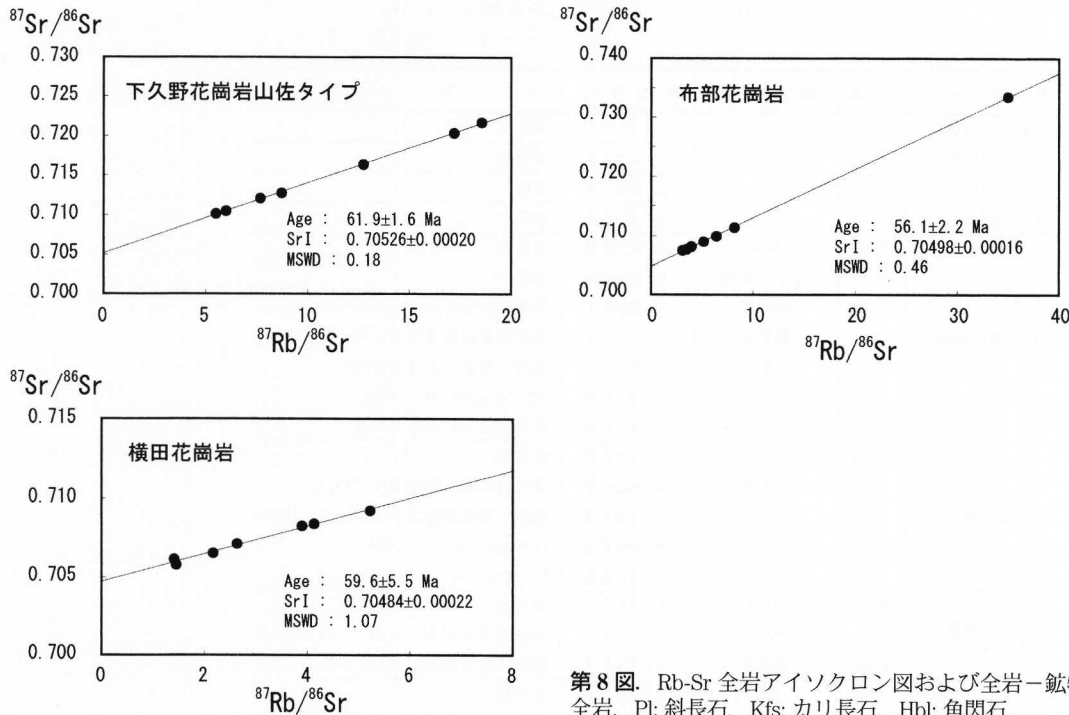
第 8 図

K-Ar 年代 (Shibata and Ishihara, 1979; 通商産業省資源エネルギー庁, 1988) と誤差範囲で一致する。これは K-Ar 系での白雲母の閉鎖温度が高い (420 °C, Hodge, 1991) ことによるものと考えられる。また、本岩体の変質年代として報告されている 45.6 ± 2.3 Ma, 50.6 ± 2.8 Ma のセリサイト K-Ar 年代 (Kitagawa et al., 1988) は、今回得られた Rb-Sr 全岩アイソクロン年代に比べてかなり若い。

下久野花崗岩山佐タイプは 61.9 ± 1.6 Ma の年代を示す。この年代は 60.4 ± 2.1 Ma および 65.5 ± 2.5 Ma のモリブデナイト (モリブデナイト-石英脈) の Re-Os 年代 (Suzuki

et al., 1996) や 59.5 ± 1.2 Ma の黒雲母 K-Ar 年代 (通商産業省資源エネルギー庁, 1988) と誤差範囲で一致する。一方、この年代は、 42.8 ± 0.9 Ma の黒雲母 K-Ar 年代 (通商産業省資源エネルギー庁, 1988) とは大きく異なっている。この黒雲母試料の K 量は 3.86 ± 0.08 % と少ないことから、変質による若返りの可能性が考えられる。

下久野花崗岩大内谷タイプは同花崗岩山佐タイプとほぼ一致する 61.2 ± 2.4 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を示す。通産省資源エネルギー庁 (1987) は、斑状黒雲母花崗岩の年代として、4 個の試料による 60.8 ± 4.0 Ma の Rb-Sr 全



第 8 図. Rb-Sr 全岩アイソクロン図および全岩-鉱物アイソクロン図. Wr: 全岩, Pl: 斜長石, Kfs: カリ長石, Hbl: 角閃石.

岩アイソクロン年代を報告している. この年代は今回のデータと誤差範囲で一致するが, 下久野花崗岩大内谷タイプのほか, 川井混成岩や蓮華寺花崗閃緑岩のサンプルを含めたアイソクロン年代であり, 検討を要する. 今回, 下久野花崗岩下久野タイプについての年代は求めていないが, 少なくとも山佐タイプと大内谷タイプは同時期の活動であるとの従来の見解 (瀧本ほか, 1965; 石原, 1966, 1971; 鹿野ほか, 1994) を裏付けている. 下久野花崗岩下久野タイプについては, 53.1 ± 1.1 Ma の黒雲母 K-Ar 年代 (通商産業省資源エネルギー庁, 1987) および 49.8 ± 2.4 Ma の全岩 K-Ar 年代 (通商産業省資源エネルギー庁, 1986) の冷却年代が報告されている.

横田花崗岩の示す 59.6 ± 5.5 Ma の年代はやや誤差が大きいが, 本花崗岩が 65.0 ± 0.3 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代 (Iizumi et al., 1984) を示す根雨花崗岩を貫く (山陰パソリス研究グループ, 1982) ことと整合的である.

布部花崗岩は本地域の貫入岩類としては比較的若い, 56.1 ± 2.2 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を示す.

2. 山陰中央部における白亜紀～古第三紀火成活動

野外における火成岩類相互の貫入関係, 既報および今回新たに得られた Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を基本にし, その他の方法による放射年代値 (誤差表示のあるデータに限定) も考慮に入れて山陰中央部における白亜紀～古第三紀火成岩類の活動史を検討する. 野外における岩体相互の関係, 今回得られた各岩体の年代および既報の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を第 9 図に示す.

本地域で最も古い年代を示す岩体は八雲火山岩類 (86 Ma) である. 八雲火山岩類は岩相や貫入岩類との相互関係から, 中国山地脊梁付近の鳥取県西部上石見付近 (第 2 図) に分布

する白亜紀の三国山流紋岩類や千屋火山岩類等 (服部, 1978; 笹田, 1978; 笹田ほか, 1979; 上田, 1979 など) に対比されるものと考えられる. 八雲火山岩類は山陰帯北部に分布することから, 後期白亜紀の火山活動は山陰帯北部にまでおよぶ広域的なものであったと考えられる.

その後本地域では北西部で若干の火山活動を挟みながらも約 2500 万年にわたって貫入岩類の活動が続き, 東西 60 km, 南北 40 km に及ぶ巨大な複成パソリスの大部分が形成された. 本地域の貫入岩類はすべて 75 Ma 以降の年代を示すが, そのうち 70 Ma より古い岩体は朝刈谷花崗閃緑岩 (75 Ma; Kagami et al., 1992), 宝仏山花崗岩 (72 Ma; Iizumi and Kagami., 1987), 内井谷文象斑岩 (70 Ma; Kagami et al., 1992) および上石見花崗岩 (71 Ma; Hattori and Shibata, 1974) で, いずれも本地域南東部 (第 2 図) に分布する. これらは, 本地域各地に散在して分布する斑れい岩～石英閃緑岩などととも, 最も早期に活動した岩体である. 多くは径数 km 程度のストックであるが, 上石見花崗岩のように東西方向に約 17 km にわたって伸張した岩体も含まれる. その後, 60 Ma 代には貫入岩類の活動は本地域全域に拡がり, 50 Ma 代前半まで, ほぼ連続的に継続した. 南部域では阿毘緑花崗閃緑岩, 下萩花崗閃緑岩, 高田花崗閃緑岩, 竹崎花崗閃緑岩, 横田花崗岩 (60 Ma) 等が, 東部域では根雨花崗岩 (65 Ma; Iizumi et al., 1984), また中東部域では大東花崗閃緑岩 (67 Ma) や川井混成岩, 下久野花崗岩 (62 Ma) などが貫入した. このうち, パソリス南部に分布する阿毘緑花崗閃緑岩や横田花崗岩は, 東北東-西南西方向に伸張した産状を示すのに対し, 中部から北部にかけて分布する根雨花崗岩や大東花崗閃緑岩は, 北東-南西方向に径 10 数 km の長軸をもつ楕円形ないし長方形の産状を示す (第 2 図).

第2表. 既報放射年代値および本研究による Rb-Sr 年代値.
K-Ar 年代は Steiger and Jäger (1977) の改定定数を用いて再計算した.

岩体名	方法	測定試料	年代値(Ma)	文献
上島火山岩類	Rb-Sr	全岩	61.3±0.8	本研究
大東火山岩類	Rb-Sr	全岩	66.5±2.4	本研究
八雲火山岩類	Rb-Sr	全岩	85.5±7.3	本研究
後谷花崗岩	Rb-Sr	全岩	52.7±2.4	本研究
大東花崗閃緑岩	Rb-Sr	全岩	66.8±6.2	本研究
	Rb-Sr	全岩-鉱物	54.4±3.8	本研究
	K-Ar	黒雲母	52.2±1.1	通商産業省資源エネルギー庁 (1987)
	K-Ar	黒雲母	52.8±1.1	通商産業省資源エネルギー庁 (1987)
	K-Ar	黒雲母	54.9±1.1	沢田・板谷 (未公表資料)
	K-Ar	セリサイト	51.3±1.6	Ishihara et al. (1980)
	K-Ar	セリサイト	50.3±2.5	Kitagawa et al. (1988)
乙加宮花崗岩	Rb-Sr	全岩	57.5±2.9	本研究
	K-Ar	白雲母	53.8±2.1	Shibata and Ishihara (1974)
	K-Ar	白雲母	57.1±1.2	通商産業省資源エネルギー庁 (1987)
	K-Ar	セリサイト	45.6±2.3	Kitagawa et al. (1988)
	K-Ar	セリサイト	50.6±2.5	Kitagawa et al. (1988)
下久野花崗岩 大内谷タイプ	Rb-Sr	全岩	61.2±2.4	本研究
	Rb-Sr	全岩	60.8±4.0	通商産業省資源エネルギー庁 (1987)
	K-Ar	黒雲母	53.7±1.1	通商産業省資源エネルギー庁 (1987)
下久野花崗岩 山佐タイプ	Rb-Sr	全岩	61.9±1.6	本研究
	K-Ar	黒雲母	42.8±0.9	通商産業省資源エネルギー庁 (1988)
	K-Ar	黒雲母	59.5±1.2	通商産業省資源エネルギー庁 (1988)
	Re-Os	モリブデナイト	65.5±2.5	Suzuki et al. (1996)
	Re-Os	モリブデナイト	60.4±2.1	Suzuki et al. (1996)
下久野花崗岩 下久野タイプ	K-Ar	全岩	49.8±2.4	通商産業省資源エネルギー庁 (1986)
	K-Ar	全岩	53.6±1.1	通商産業省資源エネルギー庁 (1987)
横田花崗岩	Rb-Sr	全岩	59.6±5.5	本研究
布部花崗岩	Rb-Sr	全岩	56.1±2.2	本研究

この間、本地域西部の一部の地域では、大東火山岩類 (67 Ma) や上島火山岩類 (61 Ma) などの火山活動があった。

本地域での貫入岩類の活動は 60 Ma 以降にも継続し、北部で布部花崗岩 (56 Ma) が、西部で乙加宮花崗岩 (58 Ma)、鴨花崗岩、後谷花崗岩 (53 Ma) などが相次いで貫入した (第2図, 第9図)。このうち布部花崗岩は北東-南西方向に長軸をもつバソリス規模の楕円形の岩体である (第2図)。

上記のように、本地域のバソリスの活動は斑れい岩や閃緑岩の活動の後、75 Ma 前後に南西部で花崗閃緑岩やストック規模の花崗斑岩や文象斑岩の貫入で始まり、その後 60 Ma 代にはほぼ全域に広がった。この間、露出面積 100 km² 以上におよぶ大規模な花崗閃緑岩体や花崗岩体の形成を含めた著しい活動が続いた。その後、花崗岩を主体とした活動が 52 Ma 前後まで継続したが、その活動域は本地域北部や西部に限られた。従って本地域の複成バソリスは、75 Ma 前後から暁新世末までの約 2500 万年間のマグマ活動によってその大枠が形成され、その後、後述する古第三紀後期の小規模なストックの貫入により完成した。マグマ活動は全体として本地域南東から北西方向へ移動し、北西部ではより長期間にわたるマグマ活動が続いたことを示している。

本地域では上記、後期白亜紀-暁新世の火成活動後、

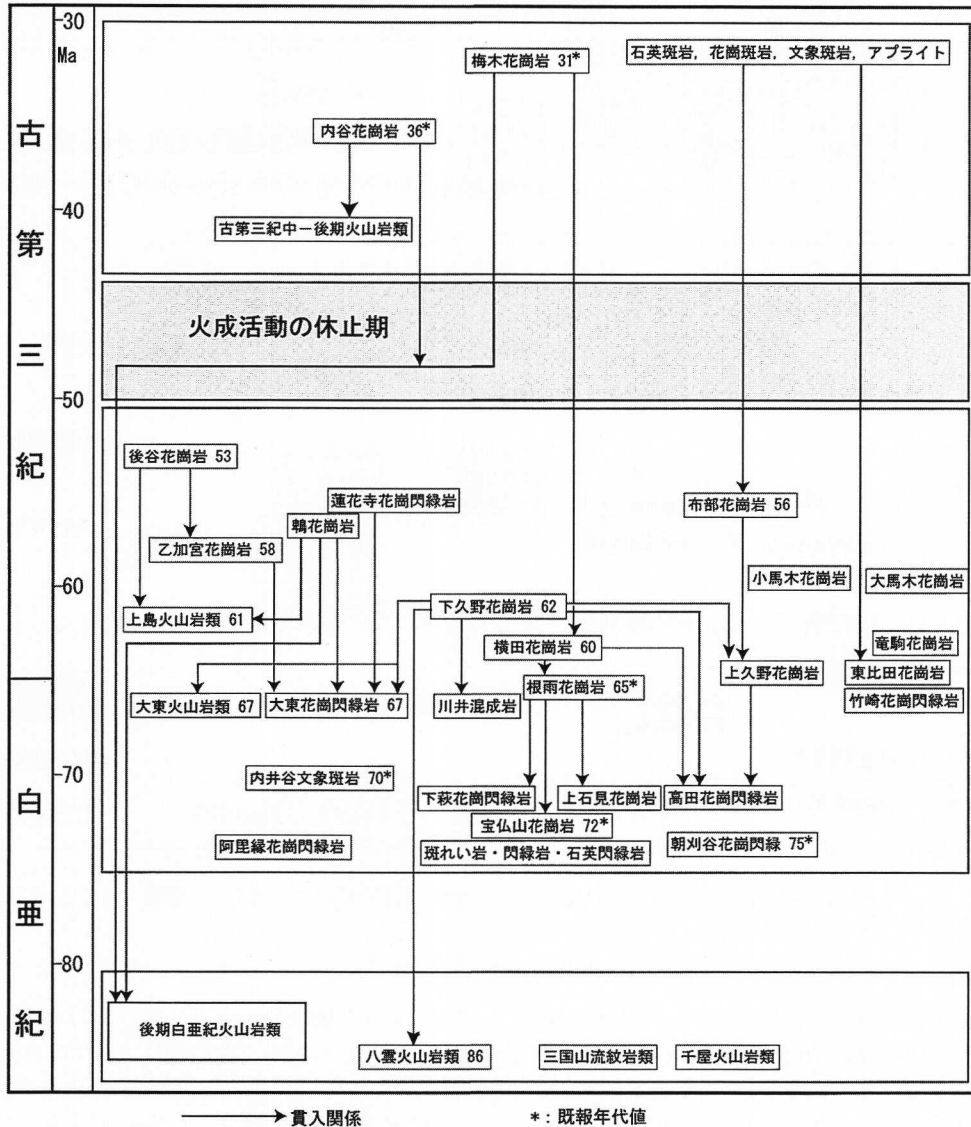
1,000 万年以上の火成活動の休止期を挟んで (第9図)、小規模な古第三紀中-後期の火成活動があった。この時期の花崗岩類は、島根県仁多郡仁多町から広島県比婆郡高野町にかけて分布する大万木山層群 (沢田, 1979) のみで、38.6 ± 2.0 Ma の角閃石 K-Ar 年代 (沢田・板谷, 未公表資料; 今岡ほか, 1994) を示す。

古第三紀中-後期の貫入岩類は、本地域南西部に分布する花崗斑岩、文象斑岩およびアブライトを主体とする梅木花崗岩や内谷花崗岩等である。内谷花崗岩は 36.3 ± 3.3 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代、35 Ma のチタナイト FT 年代および 32 ~ 40 Ma のジルコン FT 年代 (筒井ほか, 2002) を示す。梅木花崗岩は 31.2 ± 1.7 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代 (飯泉ほか, 2002) を示す。

3. 山陰地域における火成活動の対比

前述した山陰中央部における火成活動を含めて山口県西部から鳥取県東部地域にわたる山陰帯における白亜紀~古第三紀火成活動史を検討する。

前述したように、山陰北部に分布する八雲火山岩類は 86 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を示す。これは Rb-Sr 全岩アイソクロン法で 84 ~ 88 Ma の年代 (松本ほか, 1994; 弓削ほか, 1998; 井川ほか, 1999; 今岡ほか, 2000) を示す山陽帯の吉舎安山岩類や阿武層群に匹敵する年代である。そのほか、



第9図. 山陰中央部における火成岩類の相互関係および Rb-Sr 年代値図. データ出典: 飯泉ほか (1982), Iizumi et al. (1984), Iizumi and Kagami (1987), Kagami et al. (1992), 大平ほか (2001), 飯泉ほか (2002) および本研究.

島根県中央部の邑智郡邑智町周辺に分布する邑智層群 (松田・小田, 1982), 邑智郡羽須美村に分布する新造寺山流紋岩類 (吉田, 1961), 山陰東部の津黒山火山岩類 (上田, 1979), 鳥取県倉吉市の打吹山火山岩類 (笹田ほか, 1979) など周辺に分布する花崗岩類との貫入関係や岩相・岩質等から同時期の火山岩類であると考えられる. 本稿では山陰帯に分布する, これらの火山岩類を後期白亜紀火山岩類と呼称する (第10図).

山陰帯にはその南部域に 80 Ma 前後の年代を示す貫入岩類が分布する. 山陰帯・山陽帯境界に近い広島県双三郡田村から作木村付近に分布する磁鉄鉱系の光守花崗岩は, 80.4 ± 3.3 Ma の Rb-Sr 全岩-鉱物アイソクロン年代を示す (Takagi et al., 1989). 光守花崗岩に隣接して産するチタン鉄鉱系の伊久利谷花崗岩も類似した 83.4 ± 4.4 Ma の Rb-Sr 全岩-鉱物アイソクロン年代を示す (Takagi et al., 1989). ま

た, 岡山県真庭郡湯原町付近に分布する湯原北岩体や湯原南岩体 (笹田, 1978) は, それぞれ, 91 ± 21 Ma および 85.2 ± 1.7 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代 (須藤ほか, 1988) を示す. 前者は, 湯原南岩体に密接に伴って分布し, それを貫く (笹田, 1978) ことや湯原南岩体と共通する岩石化学的性質を示すことから, 両者は密接な成因関係を持ち, ほぼ同時期に活動したものと考えられている (須藤ほか, 1988). 鳥取県南東部から岡山県北東部の県境付近に分布する用瀬花崗岩, 越畑花崗岩および黒尾峠花崗岩などの用瀬侵入岩類 (先山, 1986) も 80 Ma 前後の年代を示し, 69 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を示す (須藤ほか, 1982) 奥津花崗閃緑岩に貫かれる (先山, 1986). 用瀬花崗岩は 79.2 ± 0.4 Ma, 智頭花崗閃緑岩-越畑花崗岩は 80.7 ± 0.6 Ma, 倉見-那岐山花崗岩は 78.1 ± 0.6 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代 (本間, 1986) を示す. また, 用瀬花崗岩および智



第10図. 山陰地域における白亜紀～古第三紀火成岩類の対比. 火山岩類や深成岩類の名称は全てを網羅することはできないので、代表的なものを掲載するにとどめた.

頭花崗閃緑岩はそれぞれ、Rb-Sr 全岩アイソクロン年代と類似する、 80.9 ± 2.6 Ma および 78.2 ± 2.6 Ma の黒雲母 K-Ar 年代 (柴田, 1979) を示す. このうち、用瀬花崗岩や越畑花崗岩は、山陰帯の多くの貫入岩類とは異なる低い帯磁率を示す (先山, 1986). これらの貫入岩類は山陽帯の一部の貫入岩類に匹敵する古い年代を示すこと、また従来報告されている限られた年代学的データによれば、75 Ma 以降 50 Ma 前後までほぼ連続して活動する山陰帯の多くの貫入岩類の活動との間に数百万年の間隙が認められること、さらに山陰帯には稀なチタン鉄鉱系の花崗岩を伴うことなどから、以下これらの貫入岩類を 75 Ma 以降の貫入岩類と区別して、用瀬期貫入岩類と呼称する. また、山陰帯において 75 Ma 以降 50 Ma 前後まで連続的に活動した貫入岩類は一括して因美期貫入岩類と呼称する (第10図). 用瀬期と因美期貫入岩類の間に予想される火成活動の休止期間を明確にするには、山陰帯全体にわたる今後のより多くのデータの蓄積が必要であろう.

この間、山陰帯西部では 75 Ma 前後に三原流紋岩類や江津火山岩類などの火山活動が認められる. これを火山岩類-1 と仮称する (第10図). 山口県阿武郡須佐町から田万川町にかけて分布する三原流紋岩類は 74.2 ± 3.4 Ma (村上, 1985), 島根県江津市東部に分布する江津火山岩類は 75 ± 4 Ma (今岡ほか, 1982) のジルコン FT 年代を示す. しかし、

これらの年代値は Hurford (1990) による勧告以前のデータであるので、正確な活動時期については再検討が必要である.

因美期貫入岩類 (75 ~ 50 Ma) は島根県西部から山口県にかけての山陰西部域では分布が限られるが、島根県中央部から東方へ連続的に分布し、その延長は兵庫県北部にまで及んでいる. 山陰西部の島根県浜田市から那賀郡三隅町に分布する大麻山深成複合岩体は 71.9 ± 1.6 Ma の黒雲母および 69.8 ± 3.6 Ma の角閃石 K-Ar 年代を示し (田阪ほか, 2001), 因美期貫入岩類分布域の西端に位置する岩体である.

島根県中央部の頓原町や邑智町周辺に分布する高畑花崗岩 (松田, 1976), 赤名花崗閃緑岩 (吉田, 1961; 服部ほか, 1983), 乙原花崗岩なども因美期貫入岩類である. 高畑花崗岩は 67.4 ± 4.2 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代 (飯泉・島津, 2004) を示す. 赤名花崗閃緑岩や乙原花崗岩に対する Rb-Sr 全岩アイソクロン年代は報告されていないが、これらは 56 ~ 69 Ma の K-Ar 黒雲母および白雲母年代を示す (柴田・石原, 1974; 服部ほか, 1983; 沢田・板谷, 未公表資料; 今岡ほか, 1994). 山陰東部では岡山県北西部の苫田郡奥津町周辺の奥津花崗閃緑岩 (山田, 1966; 笹田ほか, 1979; 先山, 1978, 1986), 鳥取県東伯郡三朝町から岡山県苫田郡上斎原村にかけて分布する小鴨花崗岩, 人形峠花崗岩 (笹田ほか, 1979; 先山, 1986), 三軒屋花崗閃緑岩 (山田, 1961) 等が因美期貫入岩

類である。このうち、奥津花崗閃緑岩は 69.1 ± 0.3 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を、小鴨花崗岩および人形峠花崗岩は全岩および鉍物年代が一致した、 60.5 ± 0.2 Ma の Rb-Sr アイソクロン年代を示す (須藤ほか, 1988)。また、三軒屋花崗閃緑岩は 51 Ma の黒雲母 K-Ar 年代 (Shibata and Yamada, 1965) を示す。山陰帯における因美期貫入岩類の活動は山陰西部では 60 Ma 前後に収束したが、中東部では 50 Ma 前後まで継続した (第 10 図)。

山陰中央部において因美期貫入岩類の活動と相前後して活動した、大東火山岩や上島火山岩に対比される火山岩類は限られているが、島根県江津市東部に分布する浅利富士流紋岩や兵庫県北東部に分布する矢田川層群がある。これを火山岩類-2 と仮称する (第 10 図)。浅利富士流紋岩は Hurford (1990) による勧告以前のデータであるが、 63 ± 5 Ma のジルコン FT 年代 (今岡ほか, 1982) を示し、矢田川層群は 62.6 ± 1.6 Ma の Rb-Sr 全岩-鉍物アイソクロン年代 (Tera-kado and Nohda, 1993) を示す。

因美期貫入岩類の活動が終息した後、山陰帯では約 600 万年の活動休止期において、44 Ma 前後から古第三紀中後期の火成活動が再開し、30 Ma 前後まで継続する (第 10 図)。従来、この時期の火成岩類は、古第三紀火山岩類 (あるいは高山期火山岩類)・鉛山侵入岩類および田万川期火山岩類・貫入岩類の 2 時期に区分されてきた。しかし、両者の活動は連続的で、年代的に区分するのは困難であることから、本報では両者を一括し、この時期の火山岩類を田万川期火山岩類、貫入岩類を田万川期貫入岩類と呼称する (第 10 図)。

田万川期火山岩類には、山口県北西部の油谷湾周辺に分布する今岬玄武岩 (今岡・板谷, 1989)、津黄安山岩 (Oji, 1961; 岡本・君波, 1985)、浜田市周辺の国府火山岩類 (今岡ほか, 1990)、島根県中央部の高山層群 (山陰中生代末火成活動研究グループ, 1979; 服部ほか, 1983) のほか、山口・島根県境付近から島根県中央部にかけて断続的に分布する円形～楕円形の輪郭をもつ古第三紀コールドロン群 (Imaoka et al., 1988) がある。津黄安山岩では、 35.0 ± 1.7 Ma のジルコンの FT 年代 (村上ほか, 1989) が報告されているが、Hurford (1990) の勧告以前のデータである。今岬玄武岩は、34～36 Ma の全岩 K-Ar 年代を示す (今岡・板谷, 1989)。国府火山岩類は 30～44 Ma の K-Ar 年代を示す (今岡ほか, 1990)。古第三紀コールドロン群は、田万川コールドロン (村上, 1973)、益田コールドロン (益田団体研究グループ, 1982)、弥栄・浜田コールドロン (今岡, 1986)、波佐コールドロン (村上ほか, 1982)、桜江コールドロン (Nakamura, 1982; 小室・大塚, 1999; 山内, 1985 による旭コールドロン)、川内コールドロン (松田・小田, 1982)、作木コールドロン (村上・小室, 1993)、大万木山コールドロン (安達ほか, 1997) 等からなる。作木火山岩類は 37.8 ± 2.6 Ma の角閃石 K-Ar 年代 (松浦, 1989) を示す。これらのコールドロンを伴う火成活動は 44～30 Ma の間 (始新世～漸新世) に行われたものと推定されている (今岡ほか, 1994)。このほか、山陰東部の岡山県北西部、真庭郡八束村付近の天狗山火山岩類 (笹田ほか, 1982)、鳥取県東伯郡三朝町に分布する木地山火山岩類 (山

田, 1961; 笹田ほか, 1979)、鳥取市南方の鳥取南部火山岩類 (笹田ほか, 1979) があり、それらの既報年代値の多くは、34～38 Ma を示す。

また、田万川期貫入岩類は、既述のコールドロン群において火山岩類と密接に伴って産する田万川花崗岩 (Murakami, 1969; 村上, 1973)、雲城花崗岩 (今岡, 1986)、岡見深成複合岩体 (益田団体研究グループ, 1982) などがある。田万川花崗岩は 39.3 ± 4.6 Ma の Rb-Sr 全岩-鉍物アイソクロン年代 (Seki, 1978) を示す。雲城花崗岩は 31～34 Ma の黒雲母 K-Ar 年代、30～34 Ma のセリサイト K-Ar 年代を示す (Imaoka et al., 2001)。島根県中央部の田所花崗岩 (東元, 1975)、川本花崗閃緑岩 (松田・小田, 1982)、阿須那花崗岩 (吉田, 1961)、石見花崗岩 (吉田, 1961) 等もこの期の貫入岩類である。川本花崗閃緑岩は 34.1 ± 1.7 Ma の黒雲母 K-Ar 年代 (服部ほか, 1983)、 35.5 ± 2.7 Ma の角閃石 K-Ar 年代 (松浦, 1989) を、石見花崗岩は 31.6 ± 1.6 Ma の黒雲母 K-Ar 年代 (服部ほか, 1983) を示す。阿須那花崗岩は岩石記載学的に花崗斑岩、文象斑岩およびトータル岩に区分され、花崗斑岩は 28.9 ± 5.8 Ma、トータル岩は 44.3 ± 6.1 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を示し、文象斑岩は 40.4 ± 2.9 Ma の Rb-Sr 全岩-鉍物アイソクロン年代 (Rezanov et al., 1994) を示す。山陰東部における田万川期貫入岩類には、湯原湖文象斑岩や鉛山文象斑岩 (笹田ほか, 1979; 笹田ほか, 1982; Sakiyama, 1983; 先山, 1986) がある。湯原湖文象斑岩は、 38.9 ± 9.6 Ma、鉛山文象斑岩類は 36 ± 14 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を示すほか、多くは 30～44 Ma の放射年代を示す (須藤ほか, 1988; Kagami et al., 1992)。したがって、山陰全体におけるこの時期の火成活動は 44 Ma 前後に開始されたものと判断される。また、今岡ほか (1994) によると山陰地方では、この活動後、400 万年の休止期を挟んで新第三紀の火成活動に引き継がれる。

以上をまとめた山陰帯における後期白亜紀～古第三紀火成岩類の対比を第 10 図に示す。

ま と め

1. 山陰帯中央部における白亜紀～古第三紀火成活動は、86 Ma の年代を示し、山陽帯の阿武層群や高田流紋岩類に対比される八雲火山岩類の活動で開始された。八雲火山岩類は山陰北部に分布することから、この時期の西南日本における火山活動は山陽帯から山陰帯北部にかけての広域的なものであった可能性が強い。その後本地域では、西部域で若干の火山活動を挟みながら、75 Ma 前後から暁新世後期にかけて貫入岩類の活動が連続し、約 2500 万年の間に雲市南方から米子市南方にかけて東西約 60 km、南北約 40 km の巨大なパソリスの大枠が形成された。さらに本地域西部域では 1000 万年以上の休止期を挟んで、40 Ma 前後から古第三紀中後期の火成活動が開始され、30 Ma 前後まで継続した。これに伴う小規模な貫入岩類の活動により本地域のパソリスは完成した。

2. 山陰帯に於いて従来白亜紀とされてきた火山岩類は、山陽帯の阿武層群や高田流紋岩類に対比される 85 Ma 前後

のもの、三原流紋岩類や江津火山岩類など 75 Ma 前後のもの、さらに大東火山岩類や上島火山岩類など 60 Ma 代のものなどに区分される可能性がある。このうち、後二者は、従来その有無が明確でなかった、白亜紀末-古第三紀初期の貫入岩類の活動に関連した火山活動である可能性が高い。

3. 山陰帯の白亜紀-古第三紀貫入岩類は、山陽帯の一部の貫入岩類に匹敵する 80 Ma 前後の年代を示す用瀬期貫入岩類、75 ~ 50 Ma の年代を示す因美期貫入岩類および 44 ~ 30 Ma を示す田万川期貫入岩類に区分される。因美期貫入岩類と田万川期貫入岩類の活動の間には 600 万年の休止期が認められる。このような貫入岩類の活動史は、基本的に山陰東部地域において先山 (1986) が示した区分が山陰全体としても適応できることを示している。田万川期貫入岩類にはほぼ同時期の田万川期火山岩類が伴われ、しばしばカルデラ構造を示す火山-深成複合岩体を構成する。

謝 辞

本研究をまとめるにあたり、島根大学総合理工学部の沢田順弘教授には多くの有益なコメントをいただいた。山口大学総合科学実験センター機器分析実験施設の永尾隆志助教授には蛍光 X 線分析装置使用の便宜をはかっていただいた。赤坂千秋さんには Sr 同位体比分析試料等の抽出にあたって、有益なご助言をいただいた。新潟大学大学院自然科学研究科の加々美寛雄教授および産業技術総合研究所の笹田政克博士と久保和也博士には査読に際し有益なコメントをいただいた。以上の方々に深く感謝の意を表します。

文 献

安達勝彦・小室裕明・沢田順弘, 1997, 大万木山コールドロンの地質構造. 日本地質学会第 104 年学術大会講演要旨, 397.
 Albarede, F., 2003, *Geochemistry: an introduction*. Cambridge Univ. Press, 248p.
 地質調査所, 1992, 100 万分の 1 日本地質図第 3 版.
 服部 仁, 1978, 上石見地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 70p.
 服部 仁・鹿野和彦・鈴木隆介・横山勝三・松浦浩久・佐藤博之, 1983, 三瓶地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 168p.
 服部 仁・片田正人, 1964, 5 万分の 1 地質図幅「根雨」および同説明書. 地質調査所, 49p.
 Hattori, H. and Shibata, K., 1974, Concordant K-Ar and Rb-Sr ages of the Tottori Granite, western Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **25**, 157-173.
 東元定雄, 1975, 中国山地中央部大朝地域の広島花崗岩と山陰花崗岩. 地調月報, **26**, 513-518.
 Hodge, K. V., 1991, Pressure-temperature-time paths. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, **19**, 207-236.
 本間弘次, 1986, 智頭・越畑・用瀬花崗岩-山陰の高 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ・低 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 花崗岩類-。日本地質学会第 93 年学術大会講演要旨, 429.
 Hurford, A. J., 1990, Standardization of fission track dating calibration: Recommendation by Fission Track Working Group of the I.U.G.S. Subcommission on Geochronology. *Chem. Geol.*, **80**, 171-178.
 猪木幸男・坂本 享, 1977, 田里地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 53p.
 飯泉 滋, 1979, 鳥取西部, 根雨付近に分布する朝刈谷花崗閃緑岩体について. 島根大理紀要, **13**, 161-182.
 飯泉 滋, 1996, 表面電離型質量分析計, MAT262 による岩鉍・鉍物試料の Sr・Nd 同位体の組成の測定. 島根大地球資源環境研報, no.

15, 153-159.
 Iizumi, S. and Kagami, H., 1987, Initial Sr isotope ratio of the Hobutsu-san granite, San'in belt, SW Japan: Implications for Sr isotope variation of Cretaceous-Paleogene igneous rocks in the Inner zone of SW Japan. *Mem. Fac. Sci. Shimane Univ.*, **21**, 145-152.
 Iizumi, S., Mishima, H., Okamoto, Y. and Honma, H., 1984, A strontium isotope study on the Neu granitic pluton and its inclusion, San'in zone, Southwest Japan. *Jour. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **79**, 89-100.
 飯泉 滋・大平寛人・筒井夏実・高橋 亮, 2002, 山陰帯中部古第三紀鉛山侵入岩類の岩石学. 日本地質学会第 109 年学術大会講演要旨, 319.
 飯泉 滋・山陰パソリス研究グループ, 1983, 鳥取県西部~島根県東部に分布する白亜紀~古第三紀侵入岩類の相互関係. *MAGMA*, no. 67, 7-11.
 飯泉 滋・沢田順弘, 1980, 松江南方の白亜紀後期~新第三紀初期火成岩類. 日本地質学会第 87 年総会・年会見学旅行案内書, 1-38.
 飯泉 滋・沢田順弘・先山 徹・今岡照喜, 1985, 中国・四国地方の白亜紀~古第三紀火成活動-火成岩類の対比を中心として-。地球科学, **39**, 372-384.
 飯泉 滋・島津直哉, 2004, 山陰帯, 島根県中央部に産する高畑花崗岩および奥山トータル岩の岩石学的・年代学的研究. 島根大地球資源環境研報, no. 23, 1-7.
 井川寿之・鬼村雅和・今岡照喜・加々美寛雄, 1999, 山口県中央部, 白亜紀石洞ヶ岳文象斑岩と随伴流紋岩類の岩石記載と Sr, Nd 同位体比. 地質学論集, no. 53, 333-348.
 今岡照喜, 1986, 山陰西部における古第三紀火成活動. 広島大地球学研報, no. 26, 1-109.
 今岡照喜・板谷徹丸, 1989, 山陰西部今岬玄武岩の地質と K-Ar 年代. 地質雑, **95**, 785-788.
 今岡照喜・板谷徹丸・松本俊雄・山崎博史・沢田順弘, 1990, 山陰西部国府火山岩類の K-Ar 年代. 地質雑, **96**, 945-948.
 今岡照喜・松本崇雅・松里英男・松尾征二・飯泉 滋・岩野英樹, 2003, 古第三紀宇部層群中の凝灰岩のフィッシュン・トラック年代と Sr 同位体比. 地質雑, **109**, 106-115.
 Imaoka, T., Murakami, N., Matsumoto, T. and Yamasaki, H., 1988, Paleogene cauldrons in the western San-in district, Southwest Japan. *Jour. Fac. Sci., Liberal Arts, Yamaguchi Univ.*, **22**, 41-75.
 Imaoka, T., Nakashima, K., Itaya, T. and Okada, T., 2001, Timing and duration of hydrothermal activity in the Oligocene Hamada cauldron, SW Japan: Evidence from K-Ar ages of sericites. *Resource Geol.*, **51**, 55-62.
 今岡照喜・永松秀崇・井川寿之・秋山美代・加々美寛雄, 2000, 火山活動と深成活動-西中国の例-. 月刊地球/号外, no. 30, 127-133.
 今岡照喜・大平 武・沢田順弘・板谷徹丸, 1994, 中国・四国地方における白亜紀~第三紀火成岩類の放射年代. 岡山理科大学自然科学研報, no. 20, 3-57.
 今岡照喜・上田 薫・村上允英・山内祐二・松里英男・魚住誠司・谷本 晃, 1982, 島根県江津地域の白亜紀火山岩類. 山口大教養紀要, no. 16, 43-52.
 石賀裕明・鈴木盛久・飯泉 滋・西村貢一・加々美寛雄・田中 忍, 1989, 飛騨帯の西方延長: とくに鳥取県大山西方溝口町で発見された片麻岩類と圧砕岩類について. 地質雑, **95**, 129-132.
 石原舜三, 1966, 島根県東部の花崗岩類とモリブデン鉱床の地質的位置-本邦モリブデン鉱床の研究 (1)-。地質雑, **72**, 553-572.
 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. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **77**, 441-452.
 石原舜三, 1971, 日本の主要モリブデン鉱床および関連する花崗岩質岩類. 地調報告, no. 239, 1-178.
 Ishihara, S., 1977, The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geol.*, **27**, 293-305.
 Ishihara, S., Shibata, K., Kitagawa, R. and Kamitani, S., 1980, K-Ar ages of sericites from the Chugoku district, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **31**, 221-224.
 Kagami, H., Iizumi, S., Tainosho, Y. and Owada, M., 1992, Spatial variations of Sr and Nd isotope ratios of Cretaceous-Paleogene granitoid rocks, southwest Japan Arc. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **112**, 165-177.
 Kagami, H., Shimura, T., Yuhara, M., Owada, M., Osanai, Y. and Shiraiishi, K., 2003, Resetting and closing condition of Rb-Sr whole-rock

- isochron system: some samples of metamorphic and granitic rocks from the Gondwana super-continent and Japan Arc. *Polar Geosci.*, **16**, 227-242.
- 鹿野和彦・松浦浩久・竹内圭史, 1991, 今市地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 79p.
- 鹿野和彦・山内靖喜・高安克巳・松浦浩久・豊遥 秋, 1994, 松江地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 126p.
- 川野良信, 1994, パーソナルコンピュータを用いた Rb-Sr, Sm-Nd アイソクロン計算プログラム. 情報地質, **5**, 13-19.
- 河野義礼・植田良夫, 1966, 本邦火成岩の K-Ar dating (V) - 西南日本の花崗岩類. 岩鉱, **56**, 191-211.
- 河野義礼・植田良夫, 1967, 本邦火成岩類の K-Ar dating (VI) - 花崗岩類, 総括-. 岩鉱, **57**, 177-187.
- Kimura, J.-I. and Yamada, Y., 1996, Evaluation of major and trace elements XRF analyses using a flux to sample ratio of two to one glass beads. *Jour. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **91**, 62-72.
- Kitagawa, R., Nishido, H., Ito, Z. and Takeno, S., 1988, K-Ar ages of sericite and kaolin deposits in the Chugoku district, Southwest Japan. *Mineral. Geol.*, **38**, 279-290.
- 小室裕明・大塚牧子, 1999, 島根県江津市～桜江町にかけて分布する桜江層群の地質構造. 島根大地球資源環境情報, no. 18, 85-89.
- 益田団体研究グループ, 1982, 古第三紀益田陥没体. 地質雑, **88**, 321-335.
- 松田高明・小田基明, 1982, 島根県川本町周辺の白亜紀～古第三紀火成岩類の地質. 地質雑, **88**, 31-42.
- 松本一郎・沢田順弘・加々美寛雄, 1994, 白亜紀吉舎火山岩類および周辺花崗岩類の Rb-Sr アイソクロン年代とその地質学的意義. 地質雑, **100**, 399-407.
- 松浦浩久, 1989, 山陰地方中部に分布する白亜紀後期～古第三紀火成岩類の区分と放射年代. 地調月報, **40**, 479-495.
- 村上 久・小室裕明, 1993, 作木コールドロン～中国山地中央部の古第三紀火山性陥没構造-. 地質雑, **99**, 243-254.
- Murakami, N., 1969, Two contrastive trends of evolution of biotites in granitic rocks. *Jour. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **62**, 223-248.
- 村上允英, 1973, 古第三紀田万川陥没体の形成機構に関する一考察. 地質学論集, no. 9, 93-105.
- Murakami, N., 1974, Some problems concerning late Mesozoic to early Tertiary igneous activity on the inner side of Southwest Japan. *Pacific Geol.*, **8**, 139-151.
- 村上允英, 1985, 中国西部における中生代後期～古第三紀火成活動史. 地質雑, **91**, 723-742.
- 村上允英・今岡照喜, 1987, 西中国および周辺地域の酸性～中性火成活動. 山口大教養紀要, 村上允英教授記念号, 419p.
- 村上允英・今岡照喜・雁沢好博, 1989, 山陰西部における古第三紀火山性陥没体の分布と時代に関する 2, 3 の問題. 地団研専報, no. 36, 41-47.
- 村上允英・今岡照喜・井筒清貴, 1982, 古第三紀佐佐陥没体の地質と構造. 地質雑, **88**, 311-319.
- 村山正郎・服部 仁・猪木幸男・石原舜三・坂本 享, 1973, 5 万分の 1 地質図幅「横田」. 地質調査所.
- Nakamura, E., 1982, A new finding of alkaline rocks in the Palaeogene Tertiary of the Inner side of Southwest Japan and its geological significances. *Bull. Hiruzen Res. Inst. Okayama Univ. Sci.*, no. 7, 1-10.
- Nishimura, Y., 1998, Geotectonic subdivision and areal extent of the Sangun belt, Inner Zone of Southwest Japan. *Jour. metamorphic Geol.*, **16**, 129-140.
- 大平寛人・筒井夏実・飯泉 滋, 2001, 島根県南東部, 内谷花崗岩体の年代学的研究. 日本地質学会第 108 年学術大会講演要旨, 298.
- Oji, Y., 1961, Petrology of the Cenozoic basaltic rocks of western San-in and north Kyushu, Japan. *Bull. Fukuoka Gakugei Univ.*, Special Vol. no.1, 1-89.
- 岡本和夫・君波和雄, 1985, 油谷湾地域の第三系. 日本地質学会第 92 年学術大会見学旅行案内書, no. 13, 1-42.
- Rezanov, A. I., Kagami, H. and Iizumi, S., 1994, Rb-Sr isochron ages of Cretaceous-Paleogene granitoid rocks in the central part of the Chugoku district, Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **100**, 651-657.
- 坂本 享・山田直利, 1982, 20 万分の 1 地質図「松江および大社」. 地質調査所.
- 先山 徹, 1978, 岡山県北部奥津花崗閃緑岩体の岩石学的研究—その 1. 地質および岩石記載. 岡山大温泉研報告, no. 47, 33-40.
- Sakiyama, T., 1983, Amphiboles in the Paleogene Namariyama granophyres, eastern San'in district, Southwest Japan. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. C*, **8**, 189-211.
- 先山 徹, 1986, 山陰東部の白亜紀～古第三紀深成岩類の地質学的—岩石学的研究. 広島大地理学研報, no. 26, 111-194.
- 山陰パソリス研究グループ, 1982, 根雨花崗岩体—山陰帯におけるパソリス研究 (その 1) -. 地質雑, **88**, 299-310.
- 山陰中生代末火成活動研究グループ, 1979, 島根県中央部邑智町周辺の白亜紀～古第三紀火成岩類. 地質学論集, no. 17, 249-258.
- 笹田政克, 1978, 岡山県北部湯原地域の後期白亜紀～古第三紀進入岩類. 地質雑, **84**, 23-34.
- 笹田政克・先山 徹・飯泉 滋・本間弘次・上田 薫, 1982, 岡山県北部湯原湖グラノファイア岩体の地質と岩石記載. 地球科学, **36**, 185-198.
- 笹田政克・山田直利・先山 徹・上田 薫, 1979, 東中国, 三朝・奥津・湯原地域の白亜紀後期～古第三紀火成岩類. 地質学論集, no. 17, 19-34.
- 沢田順弘, 1979, 山陰中央部における後期白亜紀～新第三紀火成岩類の主化学組成—マグマ組成・岩系に及ぼす物理化学的制約と歴史的制約. *MAGMA*, no. 56, 30-35.
- 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. Fac. Sci. Kyoto Univ.*, **45**, 71-110.
- 柴田 賢, 1979, 東中国における花崗岩類の K-Ar 年代. 地質学論集, no. 17, 62-72.
- 柴田 賢・石原舜三, 1974, 広島花崗岩中央部の黒雲母 K-Ar 年代の南北変化. 地質雑, **80**, 431-433.
- Shibata, K. and Ishihara, S., 1979, Rb-Sr whole-rock and K-Ar mineral ages of granitic rocks in Japan. *Geochem. Jour.*, **13**, 113-119.
- Shibata, K. and Yamada, N., 1965, Potassium-argon ages of the granitic rocks in the vicinity of Ningyotoge, Chugoku district, West Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **16**, 437-442.
- 新編島根県地質図編集委員会, 1997, 新編島根県地質図 (20 万分の 1).
- Steiger, R. H. and Jäger, E., 1977, Subcommission on geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **36**, 359-362.
- 須藤 宏・本間弘次・笹田政克・加々美寛雄, 1988, 山陰東部, 三朝—奥津—湯原地域に分布する白亜紀～古第三紀火成岩類の Sr 同位体比. 地質雑, **94**, 113-128.
- Suzuki, K., Shimizu, H. and Masuda, A., 1996, Re-Os dating of molybdenites from ore deposits in Japan: Implication for the closure temperature of the Re-Os system for molybdenite and the cooling history of molybdenum ore deposits. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **60**, 3151-3159.
- Taira, A., 2001, Tectonic evolution of the Japanese island arc system. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, **29**, 109-134.
- Takagi, T., Kagami, H. and Iizumi, S., 1989, Petrography and geochemistry of two contrasting I-type granites, the Mitsumori and Ikuridani Granites, San'in Belt, Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **95**, 905-918.
- 高木哲一・内藤一樹・飯泉 滋, 2000, 島根県東部の花崗岩類と鉱床. 日本地質学会第 107 年学術大会見学旅行案内書. 35-44.
- 瀧口純二, 1982, 島根県南東部, 阿井南方に産する内谷花崗岩体について. *MAGMA*, no. 4, 2-7.
- 瀧本 清・港 種雄・佐野美則, 1965, 島根県大東地域におけるモリブデン鉱床の研究 (1). 鉱山地質, **15**, 67-71.
- 田阪紘史・今岡照喜・板谷徹丸, 2001, 島根県, 大麻山深成複合岩体の K-Ar 年代と岩石記載. 日本地質学会第 108 年学術大会講演要旨, 289.
- Terakado, Y. and Nohda, S., 1993, Rb-Sr dating of acidic rocks from the middle part of the Inner Zone of the Cretaceous to Paleogene igneous activity. *Chem. Geol.*, **109**, 69-87.
- 寺岡易司・松浦浩久・牧本 博・吉田史郎・神谷雅晴・広島俊男・駒沢正夫・志知龍一, 1996, 20 万分の 1 地質図幅「高梁」. 地質調査所.
- 通商産業省資源エネルギー庁, 1986, 昭和 60 年度希少金属鉱物資源の

- 賦存状況調査報告書「松江地域」.
 通商産業省資源エネルギー庁, 1987, 昭和 61 年度希少金属鉱物資源の
 賦存状況調査報告書「松江地域」.
 通商産業省資源エネルギー庁, 1988, 昭和 62 年度希少金属鉱物資源の
 賦存状況調査報告書「松江地域」.
 筒井夏実・大平寛人・飯泉 滋, 2002, 島根県南西部仁多地域, 内谷花
 崗岩体の FT, Rb-Sr 年代. フィッション・トラック ニュースレ
 ター, **15**, 15-18.
 上田 薫, 1979, 岡山県北部津黒山周辺に分布する後期中生代火山岩
 類—概報—. 地質学論集, no. 17, 239-248.
 梅本研吾・今岡照喜・山崎 徹・大和田正明, 2000, 混合融剤 (A12)
 を使用した岩石の蛍光 X 線分析. 山口大機器分析センター報告,
 no. 8, 16-23.
 山田直利, 1961, 5 万分の 1 地質図幅「奥津」および同説明書. 地質調
 査所, 51p.
 山田直利, 1966, 5 万分の 1 地質図幅「智頭」および同説明書. 地質調
 査所, 69p.
 山本豊穂, 1954, 島根県大東鉱山付近の地質および鉱床について. 広島
 大地学研報, no. 4, 1-13.
 山内祐二, 1985, 旭岩体. 島根県の地質, 78-80, 島根県.
 York, D., 1966, Least-squares fitting of straight line. *Can. Jour. Phys.*, **44**,
 1079-1086.
 吉田博直, 1961, 中国地方中部の後期中生代の火成活動. 広島大地学研
 報, no. 8, 1-39.
 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組成および Sr, Nd 同位体比. 地質雑
 報, **104**, 159-170.

(要 旨)

西田和浩・今岡照喜・飯泉 滋, 2005, 山陰中央部における白亜紀～古第三紀火成活動: Rb-Sr
 アイソクロン年代からの検討. 地質雑報, **111**, 123-140. (Nishida, K., Imaoka, T. and Iizumi, S.,
 2005, Cretaceous-Paleogene magmatism in the central San-in district, Southwest Japan: an
 examination based on Rb-Sr isochron ages. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **111**, 123-140)

山陰中央部の出雲市南方から米子市南方にかけての東西約 60 km, 南北約 40 km の範囲
 にまとまって分布する白亜紀～古第三紀貫入岩類からなる複成バソリスを構成する貫入岩
 およびそれに随伴する火山岩の Rb-Sr アイソクロン年代を系統的に求めた. このバソリス
 は 75 Ma 前後から 50 Ma までの約 2500 万年間のマグマ活動によって大枠が形成され, そ
 の後古第三紀後期の小規模なストックの貫入により完成した. 山陰帯における白亜紀～古
 第三紀火成活動は, 今回求めた年代や既報年代, 地質学的相互関係から, ~ 78 Ma の年代
 を示す後期白亜紀火山岩類と用瀬期貫入岩類, 75-50 Ma の年代を示す因美期貫入岩類と
 同時期の火山岩類および 44-30 Ma を示す田万川期火山岩類・田万川期貫入岩類に区分さ
 れる. 因美期貫入岩類と田万川期貫入岩類の活動の間には 600 万年の休止期が認められる.