

## 若狭湾地域の幾つかの火成岩類のK-Ar年代

亀高 正男\*・松井 和夫\*・山根 博\*・東 篤義\*・松場 康二\*・  
梅田 孝行\*・岸本 弘樹\*・杉森 辰次\*・桑島 靖枝\*・魚住 誠司\*

K-Ar ages of some igneous rocks in the Wakasa Bay area, Southwest Japan  
Masao KAMETAKA\*, Kazuo MATSUI\*, Hiroshi YAMANE\*, Atsuyoshi HIGASHI\*,  
Koji MATSUBA\*, Takayuki UMEDA\*, Hiroki KISHIMOTO\*, Tatsuji SUGIMORI\*,  
Yasue KUWAJIMA\*, and Seiji UOZUMI\*

(要旨) 若狭湾地域の幾つかの火成岩類について、K-Ar年代を測定した。その結果、蘇洞門花崗岩類の黒雲母 K-Ar 年代は $70.7 \pm 1.8$  Ma、大山安山岩の全岩 K-Ar 年代は $14.1 \pm 0.4$  Ma、青葉山安山岩類の全岩 K-Ar 年代は $13.8 \pm 0.6$  Maという結果が得られた。大山安山岩及び青葉山安山岩類は、内浦層群の堆積後、わずかな時間間隙の後にこれらを覆って噴出したことが判明した。

キーワード：K-Ar年代、蘇洞門花崗岩類、大山安山岩、青葉山安山岩類、若狭湾地域

### 1 はじめに

若狭湾地域は舞鶴帯・超丹波帯・丹波帯などの先白亜系の地層・岩石を基盤として、白亜紀以降の堆積岩類と火成岩類がこれらを被覆、ないしこれらに貫入している。火成岩類の大部分は後期白亜紀～古第三紀の流紋岩類・花崗岩類と、新第三紀の火山岩類と石英閃緑岩からなる。

後期白亜紀～古第三紀の花崗岩類は西から宮津花崗岩、蘇洞門花崗岩類、雲谷山花崗岩、江若花崗岩の順に分布している。雲谷山花崗岩は形成年代が $91.5 \sim 92.8$  Ma (中江ほか, 2002) と古く、白亜紀～古第三紀花崗岩の区分では山陽帯に属すると考えられる。江若花崗岩は形成年代が $59 \sim 64$  Ma (河野・植田, 1966; 栗本ほか, 1999) とされ、帯磁率の平均値からは山陽帯に区分されるが、一部では山陰帯に相当する高い帯磁率を示す試料もあるとされ (澤田ほか, 1997)、両帯のやや中間的な性質を示しているといえる。一方、宮津花崗岩は $55 \sim 68$  Ma (河野・植田, 1966; 小滝ほか, 2009) に形成された山陰帯に属する花崗岩である (田結庄, 2009など)。蘇洞門花崗岩類は、山陽帯と山陰帯の中間的な位置に分布しているが、その年代値や性質は不明な点が多い。

若狭湾地域中央部の大浦半島<sup>おとみ</sup>～音海半島には、中期中新世の内浦層群が分布している。内浦層群の堆積年代は、浮遊性有孔虫の化石年代 (中川, 2009) と凝灰岩のジルコンのフィッシュン・トラック年代 (FT年代; 角井, 1983; 中島ほか, 1985) から、約 $15 \sim 16$

Maの地層を含むと考えられる。内浦層群を被覆して、時代未詳の大山安山岩と青葉山安山岩類が分布している。いずれの岩体も山体を形成しているものの浸食が進んでいることから、更新世～鮮新世 (広川ほか, 1957; 広川・黒田, 1957, 1958; 猪木ほか, 1961)、鮮新世 (福井県, 2010)、または鮮新世～中新世 (吉澤, 2007) とされていた。小滝ほか (2009) は青葉山安山岩類の年代として $16.4 \pm 1.0$  Maの K-Ar 年代を報告し、青葉山安山岩類が中新世であることを示唆した。ただし、この年代は内浦層群の堆積年代よりも若干古い年代となっている。

このように、若狭湾地域の幾つかの火成岩類については形成年代が不明確であり、このことが本地域の地質構造発達史を考える上での妨げとなっていた。本論では、これらの火成岩類のうち、1) 蘇洞門花崗岩類、2) 大山安山岩、3) 青葉山安山岩類のK-Ar年代測定の結果を報告する。なお、この他に音海半島<sup>へた</sup>薺ヶ崎の石英閃緑岩について測定を試みたが、今回の調査では年代測定に適した試料が得られなかった。

### 2 地質概論

調査地域は若狭湾の中央部、福井県西部から京都府北部に位置しており、本地域には先白亜系の舞鶴帯・超丹波帯・丹波帯が東-西～北東-南西方向に帯状配列している (図1)。それらを後期白亜紀の音海流紋岩が被覆し、後期白亜紀～古第三紀の花崗岩類が数カ所で貫入している。音海流紋岩は大浦半島中央部から北

\*株式会社ダイヤコンサルタント 〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-7-4

\*Dia Consultants Co. Ltd., 1-7-4, Iwamoto-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 101-0032, Japan

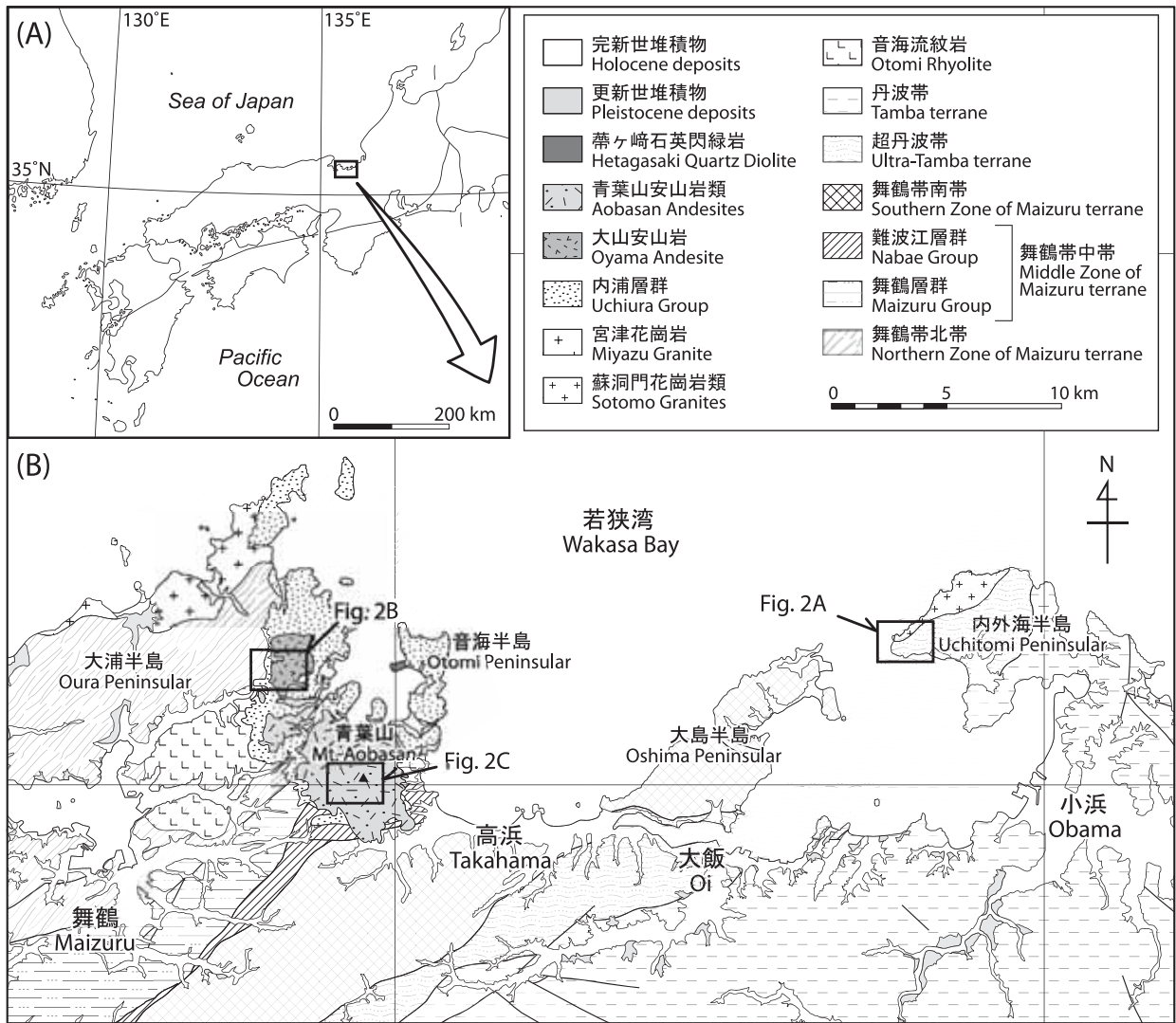


図1:調査地域の位置図(A)と若狭湾地域の地質図(B).

東の音海半島に分布し、黒雲母流紋岩・流紋岩質火砕岩・溶結凝灰岩などからなる。花崗岩類には、丹後半島から大浦半島にかけて分布する宮津花崗岩や、内外海半島の蘇洞門花崗岩類が分布している。

大浦半島東部から音海半島にかけて、中新世の内浦層群が舞鶴帯の構成岩類及び音海流紋岩を被覆している。内浦層群は安山岩質火山岩・礫岩・砂岩・泥岩などからなり、貝化石などが多産する。音海半島の帯ヶ崎では、内浦層群に石英閃緑岩が貫入し接触変成を与えている。内浦層群は西部では大山安山岩に、南部では青葉山安山岩類に被覆されている。大山安山岩は安山岩質凝灰角礫岩を主体とし、大浦半島東部の舞鶴市大山から高浜町日引にかけて露出する。青葉山安山岩類は安山岩質凝灰角礫岩を主体とし、舞鶴市杉山から高浜町難波江にかけて露出し、青葉山（標高 693 m）の山体を形成している。

### 3 年代測定試料

試料の採取位置を図2に、試料採取地点付近の露頭写真と試料の薄片写真を図3に示す。

蘇洞門花崗岩類（福井県，1997命名）は内外海半島の日本海側に露出し、急峻な海岸線を形成している。試料（Sotomo-001）の採取地点は、小浜市松ヶ崎の北方である（図2A）。ここでは超丹波帯大飯層の砂岩頁岩互層に花崗岩が貫入しており（図3A）、貫入面に沿って接触変成による鉱床が形成され、過去にはタングステン鉱及びモリブデン鉱が採掘されていた（広川・黒田，1957）。花崗岩は中～粗粒で優白色であり、径数 cm～数10 cm の球状の暗色包有物が多数含まれている。年代測定用試料は角閃石黒雲母花崗岩で、顕微鏡観察では、主要構成鉱物は石英・斜長石・カリ長石・黒雲母・角閃石からなり、その他に白雲母・緑れん石・褐れん石・ジルコン・アパタイト・スフェーン・緑泥石・

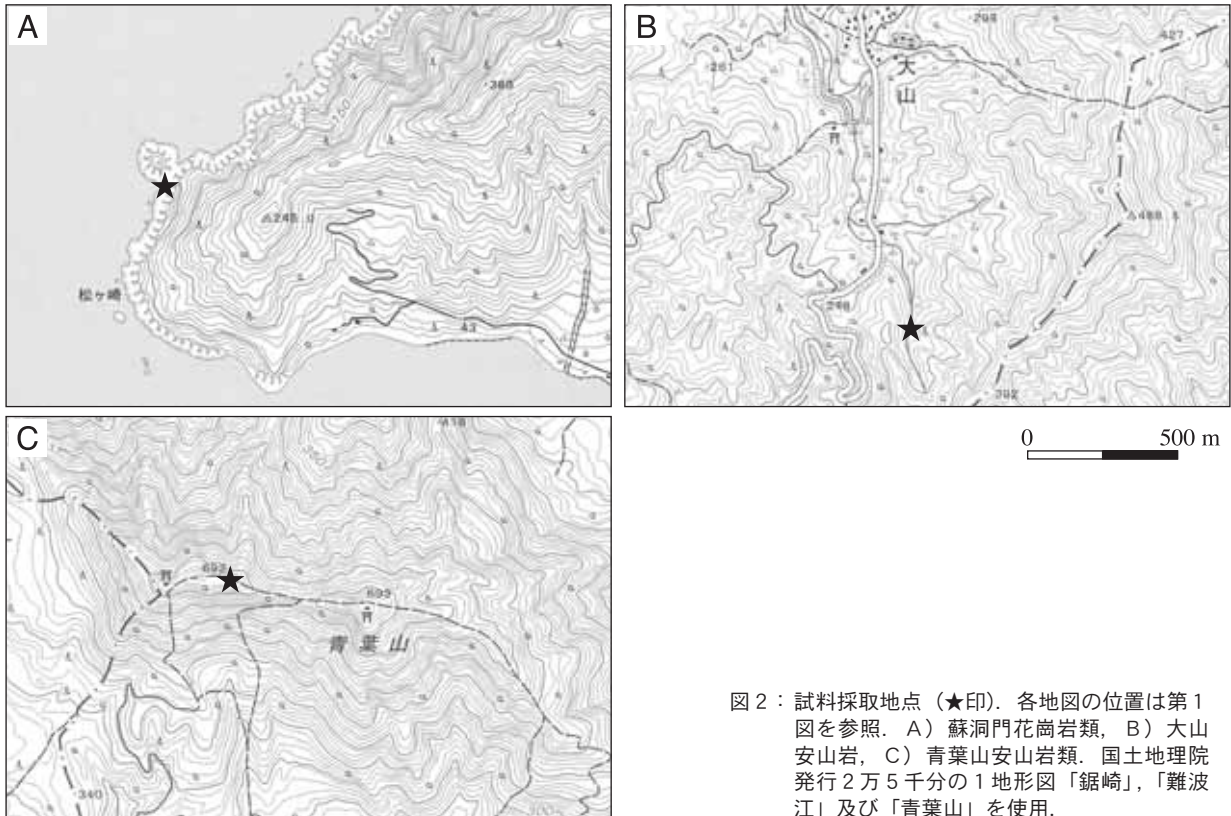


図2：試料採取地点（★印）．各地図の位置は第1図を参照．A）蘇洞門花崗岩類，B）大山安山岩，C）青葉山安山岩類．国土地理院発行2万5千分の1地形図「鋸崎」，「難波江」及び「青葉山」を使用．

不透明鉱物・粘土鉱物が認められる．斜長石には累帯構造がみられ，一部はソーシュライト化している．カリ長石の含有量は少ない．角閃石は緑色で緑泥石化が著しい，黒雲母は褐色で，縁辺部は緑泥石化している（図3B）．

大山安山岩（広川・黒田，1958命名）は大浦半島の北東部，京都府と福井県の県境付近に分布し，内浦層群などを被覆している．安山岩質凝灰角礫岩を主体とする．試料（Oyama-001）の採取地点は，京都府舞鶴市大山集落の南方である（図2B）．ここでは，礫径30 cm以下の黒色の角礫～亜角礫を含む凝灰角礫岩が河床に露出している（図3C）．試料は凝灰角礫岩中の安山岩岩塊で，両輝石安山岩である．顕微鏡下では，斑晶として斜長石・単斜輝石・斜方輝石が認められる（図3D）．斜長石には細かい累帯構造が顕著にみられ，単斜輝石はまれに双晶を示し，斜方輝石は変質が進んでいる．石基は斜長石・輝石類，不透明鉱物，少量のガラスなどからなり，インターサタル組織を示す．

青葉山安山岩類（広川・黒田，1957命名）は青葉山の山体を形成し，内浦層群などを被覆している．安山岩質凝灰角礫岩を主体とし，安山岩溶岩や安山岩質凝灰岩を伴う．試料（Aobasan-001）の採取地点は高浜町神野，青葉山西峰の山頂付近である（図2C）．この付近には，礫径が最大2 mに及ぶ黒色，まれに赤褐色

の安山岩の角礫～亜角礫を含み，不淘汰な凝灰角礫岩の露頭が尾根にそって点在している（図3E）．試料は安山岩質凝灰角礫岩中の黒色の安山岩岩塊で，かんらん石両輝石安山岩である．顕微鏡下では，斑晶として斜長石が多く，その他に斜方輝石が含まれる（図3F）．まれに変質鉱物に置換されたかんらん石の仮像が認められる．斜長石には累帯構造がみられる．石基は斜長石，単斜輝石，斜方輝石，不透明鉱物などからなり，インターサタル組織を示す．

#### 4 年代測定結果

蘇洞門花崗岩類（Sotomo-001）については鉱物分離を行い，黒雲母のK-Ar年代を測定した．その他の2試料については，全岩K-Ar年代をそれぞれ測定した．分析結果を表1に示す．得られた年代値は，蘇洞門花崗岩類の黒雲母K-Ar年代が  $70.7 \pm 1.8$  Ma，大山安山岩の全岩K-Ar年代が  $14.1 \pm 0.4$  Ma，青葉山安山岩類の全岩K-Ar年代が  $13.8 \pm 0.6$  Maであった．

#### 5 考察

蘇洞門花崗岩類からは，伊熊（未公表）によって  $61.0 \pm 2.5$  Maというジルコンのフィッション・トラッ

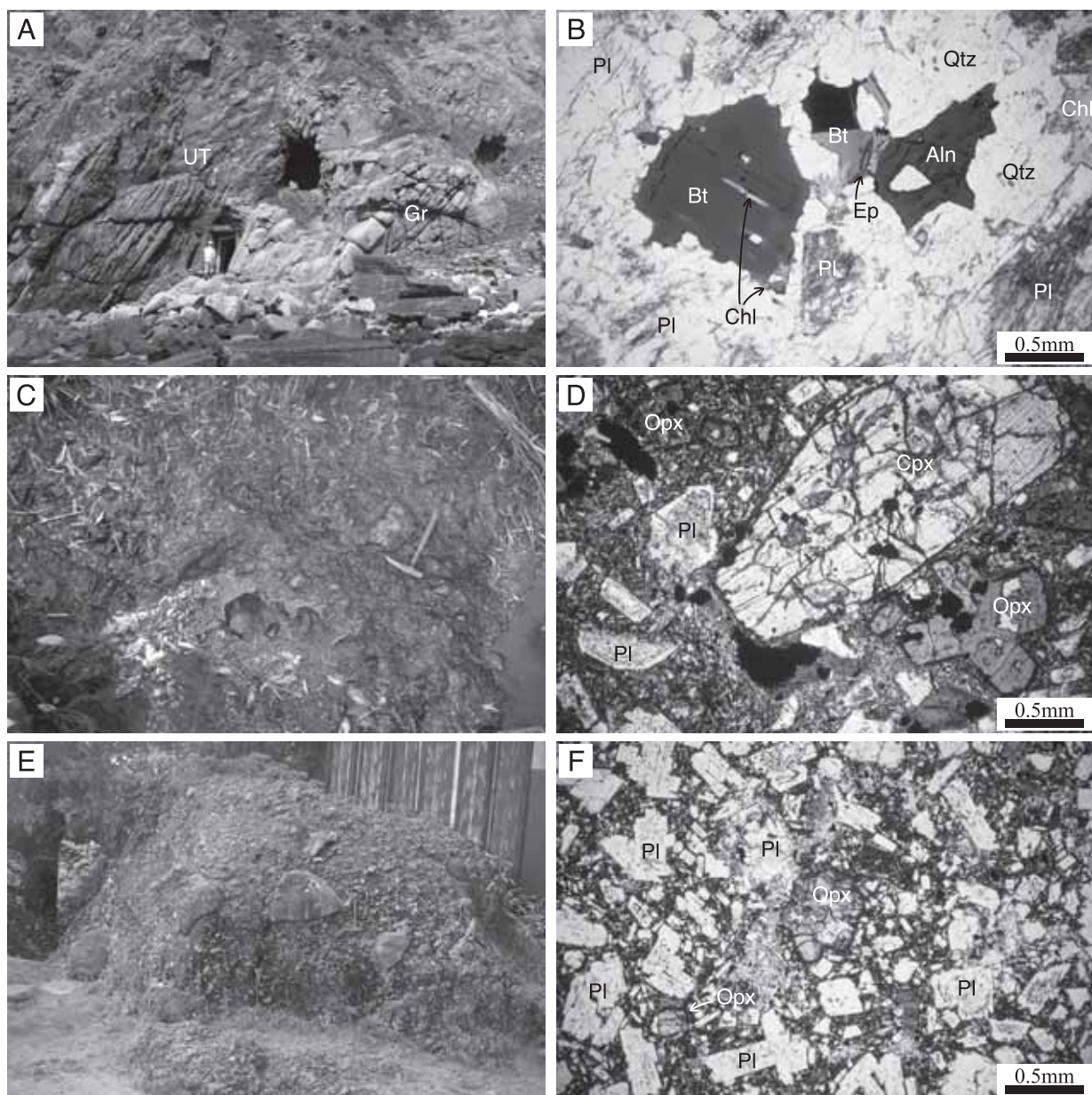


図3：露頭写真と薄片写真（全て単薄ラー）。各露頭の位置は第2図を参照。A）松ヶ崎北方の超丹波帯（UT）に貫入する蘇洞門花崗岩（Gr）。境界付近には鉱山跡がみられる。B）蘇洞門花崗岩の薄片写真。黒雲母の一部は緑泥石化している。C）大山南方の河床に露出する大山安山岩の凝灰角礫岩。D）大山安山岩の薄片写真。斜方輝石は一部残存するが大部分は粘土鉱物化している。E）青葉山西峰頂上付近に露出する青葉山安山岩類の凝灰角礫岩。F）青葉山安山岩類の薄片写真。Bt：黒雲母，Pl：斜長石，Qtz：石英，Chl：緑泥石，Aln：褐れん石，Ep：緑れん石，Cpx：単斜輝石，Opx：斜方輝石。

ク年代（FT年代）が得られている。今回得られた  $70.7 \pm 1.8$  Maの黒雲母 K-Ar年代は、これよりも約 10 Ma古い年代を示している。K-Ar法での黒雲母の閉鎖温度は約  $300 \pm 50$  °C，FT法でのジルコンの閉鎖温度は  $240$  °C程度以下とされている（兼岡，1998）。従って、今回得られた黒雲母 K-Ar年代と伊熊（未公表）のFT年代の差は、花崗岩体の冷却によるものである。

若狭湾地域の花崗岩からは、野坂山地～敦賀半島の江若花崗岩から  $59 \sim 64$  Ma（河野・植田，1966；栗本ほか，1999），野坂山地北東部の雲谷山花崗岩から  $91.5$

$\sim 92.8$  Ma（中江ほか，2002），丹後半島の宮津花崗岩から  $55 \sim 68$  Ma（河野・植田，1966；小滝ほか，2009）の K-Ar年代が報告されている。今回得られた蘇洞門花崗岩類の年代値は、雲谷山花崗岩より新しく、江若花崗岩及び宮津花崗岩により近い値であった。

また、舞鶴市北部の音海流紋岩からは  $67.7 \sim 79.1$  Maの FT年代が得られている（中島ほか，1983；中島・岩野，1987）。岩相や年代から、音海流紋岩は西南日本内帯に広く分布する後期白亜紀～古第三紀の珪長質火山岩類に属している。このような火山岩類の噴出に

表1：若狭湾地域の火成岩類のK-Ar年代

岩体名称 Rock name	試料番号 Sample no.	岩種 rock species	測定鉱物 mineral analyzed	年代値 (Ma) isotopic age	<sup>40</sup> Ar rad ( $\text{sc/g} \times 10^{-5}$ )	<sup>40</sup> Ar rad (%)	K (%)
蘇洞門花崗岩類 Sotomo Granites	Sotomo-001	黒雲母花崗岩 Bt Granite	黒雲母 Biotite	70.7 ± 1.8	1.57	85.2	5.61
					1.57	87.3	5.60
大山安山岩* Oyama Andesite	Oyama-001	両輝石安山岩 Opx-Cpx Andesite	全岩 whole rock	14.1 ± 0.4	0.032	59.6	0.59
					0.033	58.5	0.59
青葉山安山岩類* Aobasan Andesites	Aobasan-001	かんらん石両輝石安山岩 Ol-Opx-Cpx Andesite	全岩 whole rock	13.8 ± 0.6	0.024	22.8	0.43
					0.023	26.2	0.44

\*:委託業務として実施。

引き続き、ほぼ同一の地域に花崗岩類が貫入し、若狭湾地域には珪長質火山岩類—花崗岩類からなる複合岩体が形成されたと解釈される。

大山安山岩と青葉山安山岩類は、ともに中新世の内浦層群を覆っている。内浦層群神野浦頁岩部層の浮遊性有孔虫の化石帯はN.8帯上部(約15.5 Ma前後)とされている(中川, 2009)。また、凝灰岩のジルコンのFT年代として16.5 ± 2.6 Ma(角井, 1983)及び15.2 ± 2.3 Ma(中島ほか, 1985)の年代値が得られている。

大山安山岩と青葉山安山岩類は、かつては鮮新世～更新世と考えられていた(広川・黒田, 1958など)。しかし最近になって、小滝ほか(2009)によって舞鶴市杉山に露出する青葉山安山岩類の年代として16.4 ± 1.0 MaのK-Ar年代が報告されている。この年代値は内浦層群の堆積年代よりやや古くなっているが、誤差の範囲では重なっている。今回得られた2つの岩体の年代値はこれらより若干新しく、地質学的な矛盾もない。従って、大山安山岩及び青葉山安山岩類は、内浦層群の堆積後わずかな時間間隙の後にこれらを覆って噴出したことが判明した。

## 謝 辞

株式会社ダイヤコンサルタントの松井和典氏には、岩石記載についてご教示いただいた。我々と共に本地域の調査に長年携わってこられた同社の伊熊俊幸氏は、2009年夏に急逝された。故人を偲ぶとともに、記して感謝の意を表する。

## 引用文献

- 福井県, 1997, 土地分類基本調査「鋸崎・小浜・丹後由良・舞鶴」, 福井県県民生活部地域振興課, 41p.  
 福井県, 2010, 福井県地質図2010年版及び同説明書. 財団法人福井県建設技術公社, 173p.  
 広川 治・磯見 博・黒田和男, 1957, 5万分の1地質図幅「小浜」及び説明書. 地質調査所, 31p.

- 広川 治・黒田和男, 1957, 5万分の1地質図幅「鋸崎」及び説明書. 地質調査所, 22p.  
 広川 治・黒田和男, 1958, 5万分の1地質図幅「丹後由良」及び説明書. 地質調査所, 23p.  
 猪木幸男・黒田和男・服部 仁, 1961, 5万分の1地質図幅「舞鶴」及び説明書. 地質調査所, 50p.  
 兼岡一郎, 1998, 年代測定概論, 315p.  
 河野義礼・植田良夫, 1966, 本邦産火成岩のK-Ar dating (V) —西南日本の花崗岩類—, 岩鉱, **56**, 191-211.  
 小滝篤夫・紺谷吉弘・古山勝彦・京都地学教育研究会, 2009, 近畿北部, 京丹後市の花崗岩および中新世火山岩類のK-Ar年代. 日本地球惑星科学連合2009年大会予稿集, G120-P001.  
 栗本史雄・内藤一樹・杉山雄一・中江 訓, 1999, 敦賀地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 73p.  
 中江 訓・小松原 琢・内藤一樹, 2002, 西津地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 90p.  
 中川登美雄, 2009, 福井県内浦層群下層から産出した熱帯砂底ならびに岩礁棲軟体動物化石群集. 瑞浪市化石博物館研究報告, (35), 127-151.  
 中島正志・岩野英樹, 1987, 音海流紋岩と面谷流紋岩の外部ディテクター法によるフィッション・トラック年代. 地質学雑誌, **93**, 925-928.  
 中島正志・森本祐一郎・鈴木由紀江・渡邊 勇・三浦 静, 1983, 福井県第三系のフィッション・トラック年代. 福井大学教育学部紀要 第2部 自然科学, **33**, 53-65.  
 中島正志・大崎ふみ代・渡邊 勇・中川登美雄・三浦 静, 1985, 福井県内浦層群の古地磁気. 福井大学教育学部紀要 第2部 自然科学, **35**, 15-31.  
 澤田一彦・吉田源市・藤井(高島)里香, 1997, 琵琶湖周辺の花崗岩質岩体: 江若花崗岩体. 地球科学, **51**, 401-412.  
 角井朝昭, 1983, 内浦層群の浮遊性有孔虫とフィッション・トラック年代. NOM(大阪微化石研究会報), (10), 22-28.  
 田結庄良昭, 2009, 山陰帯の火成岩類. 日本地質学会, 編集, 「日本地方地質誌 5 近畿地方」, 191-192, 朝倉書店.  
 吉澤康暢, 2007, 青葉山の岩屑なだれ堆積物と山体崩壊. 福井市自然史博物館研究報告, (54), 17-32.

**K-Ar ages of some igneous rocks in the Wakasa Bay area,  
Southwest Japan**

Masao KAMETAKA, Kazuo MATSUI, Hiroshi YAMANE,  
Atsuyoshi HIGASHI, Koji MATSUBA, Takayuki UMEDA,  
Hiroki KISHIMOTO, Tatsuji SUGIMORI, Yasue KUWAJIMA  
and Seiji UOZUMI

**Abstract**

K-Ar dating of some igneous rocks in the Wakasa Bay area,  
Southwest Japan were carried out. The results are as follows;  
Sotomo Granites,  $70.7 \pm 1.8\text{Ma}$ ; Oyama Andesite,  $14.1 \pm 0.4\text{Ma}$ ;  
Aobasan Andesites,  $13.8 \pm 0.6\text{Ma}$ . These results suggest that  
the Uchiura Group is covered by the Oyama Andesite and  
Aobasan Andesites with a short hiatus.

**Keywords :** K-Ar age, Sotomo Granites, Oyama Andesite,  
Aobasan Andesites, Wakasa Bay area