

# 宇治群島宇治島に分布する安山岩のK-Ar年代

桑水流 淳二\*

K-Ar age of andesite lava in Uji-shima Island, Uji Islands, Western Part of Kagoshima Prefecture

Junji KUWAZURU

## はじめに

鹿児島県立博物館では2001年度から5か年計画で、「触れ見る知る自然資料収集整備事業」を実施している。その一環として、宇治群島においてこれまで5回にわたる地質資料の収集や現地調査を行い、安山岩質溶岩と安山岩質凝灰角礫岩が広く分布していることを明らかにし、その帰属が課題として残った。今回、宇治群島の宇治島に分布する安山岩質溶岩の岩石記載とK-Ar年代測定を行い、その地質学的意義を検討した。

この研究を進めるにあたり、広島大学の宮本隆實助教授および早坂康隆助手には岩石記載において適切な指導を頂いた。またEPMA分析は同大学の柴田恭宏技官にして頂いた。以上の方々深く感謝の意を表す。

## 1 地形・地質概要

宇治群島は笠沙町野間池から南西方向約70kmの海上にあり（図1）、川辺郡笠沙町に属し、瀬渡し船で約2時間かかる。宇治群島の主な島は、東側にある宇治島と西側にある宇治向島で、二島とも無人島である（図2）。

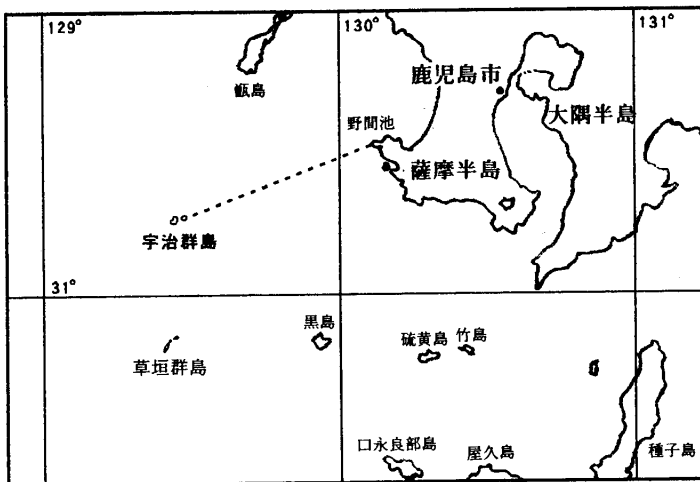


図1 宇治群島の位置

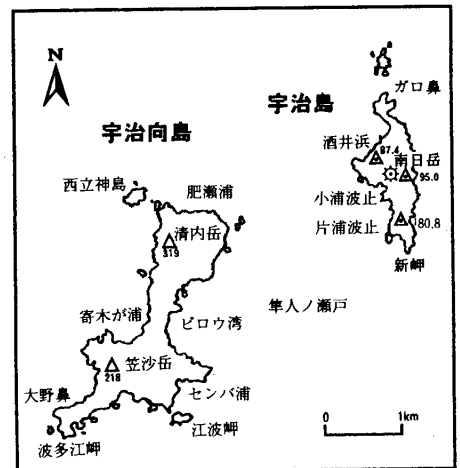


図2 宇治群島

\* 〒892-0853：鹿児島市城山町1-1 鹿児島県立博物館

## (1) 地形

宇治島は南北約1.9km、東西約0.8kmと南北方向に長い島で、面積は約0.6km<sup>2</sup>である。島内は開析の進んだ丘陵地形を示し、標高95mの南日岳を主峰として南北に脊梁が連なっている。しかもこの脊梁が東海岸に迫っているため谷はほとんどが西側に拓けている。そのため河川の発達が悪く、唯一島の中央を南流する溪流があるにすぎない。

宇治向島は南北約3.1km、東西約1.5kmと南北方向に長く西側にわずかに湾曲した島で、面積は約1.8km<sup>2</sup>である。島内は北側にある標高319mの清内岳と南側の標高218mの笠沙岳を主峰として急峻な地形を示し、両峰を結ぶ脊梁が南北に連なっている。この脊梁が西海岸に迫っているため、谷は東側に小規模なものがわずかにみられるだけで、河川は全くない。比較的緩やかな地形として、清内岳及び笠沙岳の東斜面がなだらかに海岸へ突き出している。

両島の周囲はほぼ岩崖で囲まれており、10m～200mほどのほぼ垂直な断崖になっている。そのため、海浜としては小規模な礫浜が狭い範囲にみられるだけである。

## (2) 地質

宇治島では安山岩質溶岩と安山岩質凝灰角礫岩が成層し、島の伸長方向に並行してみられる(図3)。その層理面の走向はほぼ南北で、西に約30°～50°傾いている。安山岩質溶岩は、ガロ鼻から小浦波止にかけてと南日岳付近で比較的厚く分布する。青灰色～紫灰色で、長石の白い斑晶が多く、輝石などの斑晶も含む。小浦波止でみられる溶岩は比較的多孔質で、流理構造も認められ、節理面に沿って厚さ10cm～30cmの板状に割れやすい(写真1)。安山岩質凝灰角礫岩は広い範囲に分布している。片浦波止では白色の長石を多く含む暗灰色の凝灰岩中に、直径1cm～20cm(最大1m)ほどの角礫～亜角礫が混在している(写真2)。礫種は青灰色～紫灰色の安山岩質溶岩がほとんどであるが、直径30cmほどの泥岩の角礫も含んでいる。これらの岩石は全体に変質を受け、淡緑色を帯びている。酒井浜付近では、灰色の安山岩質溶岩中に長さ2m以上、幅2cm～5cmの赤褐色をした岩脈がみられ、西北西-東南東方向に延びている。

宇治向島では島のほとんどが安山岩質溶岩からなると考えられていたが、これまでの調査で島の北部から中央部そして南部にかけての広い範囲において堆積岩類が分布することが分かった。この堆積岩類は、主に酸性凝灰岩からなる下部層と砂岩と泥岩の互層からなる上部層に区分できる。この上部層からは貝化石や砂管状生痕化石を産する。

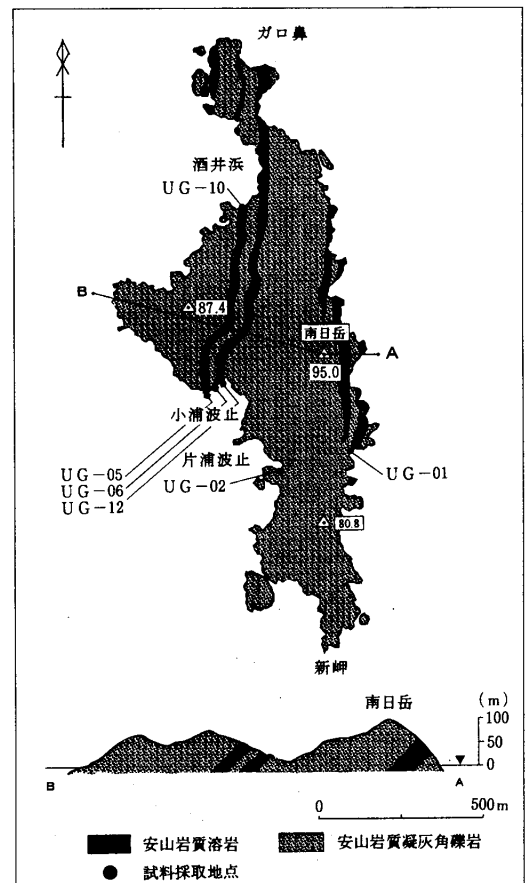


図3 宇治島の地質図と地質断面図

安山岩質溶岩は、基盤の堆積岩類を貫いて、寄木が浦から大野鼻にかけてと肥瀬浦南方の海岸およびセンバ浦付近に分布する。緑灰色～暗灰色で、長石の白い斑晶が多くみられ、輝石の斑晶も含み、宇治島のものと酷似している。

## 2 安山岩の岩石記載

宇治島に分布する安山岩質溶岩と、安山岩質凝灰角礫岩に含まれる安山岩質溶岩礫の鉱物顕微鏡による鏡下観察を行った。また、安山岩質溶岩に含まれる鉱物（斜長石と単斜輝石）のEPMによる化学組成分析を行った。

### (1) 鉱物顕微鏡による鏡下観察

安山岩質溶岩（UG-01, 05, 10, 12）と安山岩質凝灰角礫岩に含まれる安山岩質溶岩礫（UG-02, 06）を検鏡した結果を表1に示す。

#### ① 安山岩質溶岩（UG-01, 05, 10, 12）

濃緑灰色～暗灰色をした緻密な岩石である。石基中に平均1mm前後、最大5mmほどの大きさをした乳白色の長石斑晶を多く含み、また平均0.5mm～1mm、最大3mmほどの大きさをした濃緑色の輝石斑晶が認められる。

鏡下において、石基は脱ガラス化し、微晶質で、短冊状斜長石や緑泥石などからなる。ガラス基流晶質組織がみられる。

斜長石斑晶はアルバイト式双晶や累帯構造を示すものがみられる。UG-01, 05, 12においては、比較的新鮮なものを残しているが、UG-10では劈開に沿って方解石に変化しているものや全体が方解石になっているものもある。

輝石斑晶はUG-01に比較的新鮮なものがみられるが（写真3）、他の試料では、多くの輝石が部分的あるいは完全に緑泥石や方解石に変化している（写真4）。長方形をした輝石の中心部が方解石に、周辺部が緑泥石になっているものもある。これらの輝石の多くは斜消光を示すことなどより、単斜輝石であると思われるが、緑泥石や方解石に変化した初生斑晶有色鉱物の中には、単斜輝石以外の鉱物が存在していたことも考えられる。

UG-10では変質による石英脈がみられ、またUG-12では、空隙部の中心部に非晶質石英が、周辺部に放射繊維状の緑泥石が充填しているのがみられる（写真5）。

#### ② 安山岩質凝灰角礫岩に含まれる安山岩質溶岩礫（UG-02, 06）

帯紫暗灰色～帯紫灰色をした緻密な岩石である。石基中に平均1mm前後、最大5mmほどの大きさをした乳白色の長石斑晶を多く含み、また1mm～2mmの柱状をした濃緑色の輝石斑晶が認められる。

鏡下において、石基は脱ガラス化し、微晶質で、短冊状斜長石や緑泥石などからなる。斜長石斑晶はアルバイト式双晶や累帯構造を示すものがみられる。比較的新鮮なものが多いが、部分的に方解石に変化しているものもある。輝石斑晶は、多くが部分的あるいは完全に緑泥石や方解石に変化している。

表 1 岩石薄片検鏡結果一覧

試料番号	岩石名	石英	斜長石	単斜輝石	緑泥石	方解石	不透明鉱物
UG-01	輝石安山岩	△	○	○	△	△	○
UG-02	輝石安山岩		○	○	△	○	○
UG-05	輝石安山岩		○	○	△	○	○
UG-06	輝石安山岩		○	○	△	○	○
UG-10	輝石安山岩	○	○	○	◎	◎	○
UG-12	輝石安山岩	△	○	○	○	○	○

◎多量      ○中量      △少量

(2) 斜長石と単斜輝石の化学組成

安山岩質溶岩 (UG-12) に含まれる斜長石 (25点) と単斜輝石(12点) のEPMAによる化学組成の分析結果を表 2, 表 3 に, また三角ダイアグラムによる化学組成を図 3, 図 4 に示す。分析は, 広島大学自然科学研究支援開発センターの日本電子製EPMA (JCMA-733型) を使用した。電圧は15Kv, 電流は18nAである。

斜長石は,  $Ab_{50}An_{50} \sim Ab_{38}An_{62}$  の範囲の組成を有し, 分析した全ての斜長石が曹灰長石 ( $Ab_{50}An_{50} \sim Ab_{30}An_{70}$ ) に属する。

単斜輝石は,  $FeSiO_3$  が15~18%,  $MgSiO_3$  が41~43%,  $CaSiO_3$  が41~43% の範囲の組成を有し, 分析した全ての単斜輝石がオーザイト (普通輝石) に属する。

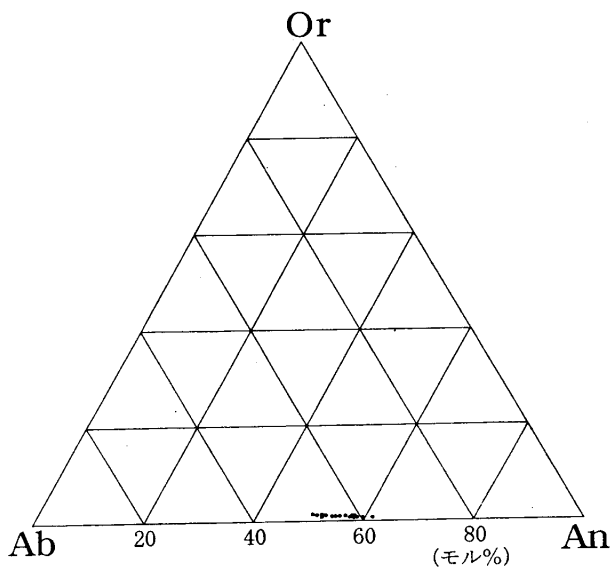


図 3 斜長石の化学組成図

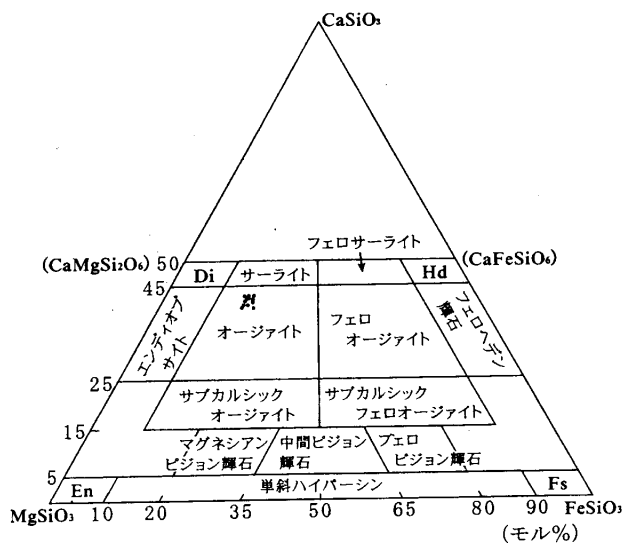


図 4 単斜輝石の化学組成図

表2 斜長石の化学組成

(単位は重量パーセント)

No.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total
2a	52.760	0.011	29.065	0.675	0.000	0.000	0.066	11.858	4.691	0.108	99.235
2b	54.485	0.000	28.411	0.422	0.000	0.010	0.035	10.892	4.875	0.169	99.300
4a	52.891	0.002	29.091	0.530	0.000	0.027	0.062	11.895	4.815	0.159	99.473
4b	54.137	0.012	28.487	0.417	0.018	0.000	0.057	11.246	4.961	0.191	99.527
4c	55.042	0.000	28.029	0.389	0.050	0.000	0.070	10.388	5.272	0.168	99.407
4d	54.114	0.024	28.433	0.408	0.000	0.016	0.049	10.953	5.119	0.158	99.274
4e	52.937	0.008	29.600	0.432	0.000	0.038	0.041	12.059	4.496	0.135	99.725
5a	54.058	0.000	28.188	0.587	0.000	0.000	0.057	10.744	5.183	0.208	99.024
5b	53.341	0.024	28.911	0.618	0.062	0.000	0.079	11.637	4.716	0.167	99.556
5c	52.921	0.043	29.075	0.533	0.000	0.000	0.050	11.849	4.645	0.206	99.323
5d	52.712	0.005	29.117	0.527	0.000	0.000	0.055	11.593	4.877	0.196	99.083
5e	55.249	0.072	27.720	0.622	0.000	0.032	0.049	10.207	5.519	0.245	99.715
5f	54.524	0.026	27.619	0.581	0.000	0.000	0.061	10.026	5.395	0.217	98.448
5g	55.090	0.053	27.827	0.670	0.017	0.000	0.099	10.398	5.460	0.225	99.839
5h	54.473	0.010	27.650	0.516	0.000	0.000	0.051	10.629	5.332	0.239	98.899
6a	53.190	0.002	28.423	0.605	0.001	0.016	0.073	11.197	5.125	0.183	98.815
6b	52.959	0.012	28.682	0.599	0.000	0.000	0.060	11.733	4.787	0.146	98.978
6c	52.707	0.056	29.352	0.523	0.000	0.060	0.041	11.882	4.565	0.138	99.326
6d	53.345	0.019	28.379	0.534	0.059	0.000	0.072	10.974	4.971	0.184	98.535
8a	54.051	0.052	27.844	0.568	0.022	0.016	0.056	10.599	5.182	0.201	98.591
8b	54.243	0.003	27.943	0.533	0.022	0.049	0.049	10.513	5.339	0.213	98.907
8c	55.051	0.015	27.747	0.603	0.000	0.038	0.057	10.190	5.383	0.212	99.295
9a	53.193	0.000	28.751	0.512	0.000	0.043	0.054	11.336	4.966	0.197	99.054
9b	52.137	0.021	29.832	0.498	0.000	0.000	0.075	12.718	4.363	0.124	99.767
9c	54.186	0.008	28.322	0.495	0.000	0.000	0.072	10.974	5.129	0.191	99.378

表3 単斜輝石の化学組成

(単位は重量パーセント)

No.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total
1a	50.784	0.390	1.843	9.591	0.428	0.024	14.241	20.801	0.374	0.000	98.476
1b	49.829	0.743	2.667	10.276	0.441	0.005	14.202	19.813	0.318	0.016	98.309
1c	50.782	0.513	2.107	10.129	0.346	0.037	15.112	20.051	0.244	0.004	99.326
3a	51.076	0.536	2.138	10.275	0.366	0.000	14.456	20.419	0.292	0.000	99.558
3b	51.423	0.522	1.878	9.666	0.419	0.000	14.673	20.307	0.274	0.000	99.162
3c	50.701	0.604	2.275	10.693	0.363	0.000	14.496	19.135	0.284	0.000	98.551
3e	50.584	0.549	2.765	9.177	0.329	0.010	14.877	20.760	0.302	0.008	99.360
6e	51.059	0.467	1.986	9.444	0.374	0.086	15.056	20.192	0.257	0.000	98.922
6f	51.768	0.415	1.414	9.556	0.302	0.015	15.280	19.389	0.276	0.004	98.420
6g	51.190	0.568	2.151	10.125	0.452	0.007	14.283	20.518	0.308	0.000	99.601
7a	49.894	0.726	3.199	9.638	0.252	0.005	14.478	20.429	0.342	0.003	98.966

## 3 年代測定

K-Ar年代測定は安山岩質溶岩(UG-12, 北緯31°12'18", 東経129°28'17")に含まれる斜長石を用いて行った。カリウムの定量は分光光度計を用いて炎光分光法によって行われた。1回のカリウム(K)の定量には100のmg粉末(メノウ乳鉢で粉碎した)試料を使用した。アルゴンは、専用の質量分析計を用い、質量数38のアルゴン(<sup>38</sup>Ar)をトレーサーとした同位体希釈法で定量した。なお、測定は(株)蒜山地質年代学研究所にて行った。

表4に、カリウム含有量の平均値、試料1g中に存在する質量数40の放射性起源アルゴンの全量、年代値および質量数40の非放射性起源アルゴンの含有量を示した。カリウムの定量の再現性については、2回の定量分析を行った結果、誤差2%未満であったため、試料の不均質さは無く、定量の再現性があるものと判断される。また、年代値は2回の測定を行った結果、測定誤差の範囲内で一致している。

表4 K-Ar年代測定結果

sample No.	potassium(wt.%)	rad. <sup>40</sup> Ar(10 <sup>-8</sup> ccSTP/g)	K-Ar age(Ma)	non-rad. <sup>40</sup> Ar(%)
UG-12	0.256±0.013	7.97±0.73	8.01±0.83	81.8
		7.59±0.71	7.63±0.81	82.0

Steiger & Jäger (1977) の壊変定数  $\lambda_{\alpha} = 0.581 \times 10^{-10} / \text{year}$ ,  $\lambda_{\beta} = 4.962 \times 10^{-10} / \text{year}$ , K中の<sup>40</sup>Kの含有率<sup>40</sup>K/K =  $1.167 \times 10^{-4} \text{atom\%}$ を使用

#### 4 考察

宇治群島宇治島に分布する安山岩質溶岩と安山岩質凝灰角礫岩を総称して宇治安山岩類と呼ぶ。

今回の宇治島に分布する安山岩質溶岩のK-Ar年代測定の結果、 $8.01 \pm 0.83\text{Ma}$ 、 $7.63 \pm 0.81\text{Ma}$ の値を得た。したがって、宇治安山岩類の噴出時期は新第三紀中新世後期となる。表5に鹿児島県内に分布する新第三紀の安山岩の放射性年代を示す。今回得られた宇治安山岩類の放射性年代値は北薩古期安山岩類および南薩層群下部層の値に近い。北薩古期安山岩類は薩摩半島の北部に、南薩層群下部層は薩摩半島の南西部に分布し、ともに火山噴出物からなる地質体である。宇治群島は薩摩半島の南西海上にあり、位置的には南薩層群下部層に近い。

南薩層群下部層（通産省，1985）は、輝石角閃石安山岩溶岩、同質火山碎屑岩および凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、凝灰岩、凝灰質シルト岩、同質泥岩からなる水成堆積層で構成され、地質時代は新第三紀後期前半と推定されている。輝石角閃石安山岩溶岩は、一般に塊状で、緑色～濃緑色を呈している。鏡下では、斜長石、角閃石、単斜輝石、斜方輝石の斑晶が観察される。石基は脱ガラス化し、微晶質で、細粒の短冊状斜長石、微粒の単斜輝石、石英および変質鉱物からなる。輝石角閃石安山岩質火山碎屑岩は、凝灰角礫岩を主とし、一部に火山礫凝灰岩層および凝灰岩層を挟む。凝灰角礫岩は、緑色～黄白色を呈し、礫径は5 cm～40 cmで、礫種は軽石および安山岩である。基質は多孔質の凝灰岩からなる。

南薩層群下部層中には、広範囲なプロピライト化による熱水変質作用がみられ、同層を濃緑色化もしくは暗黒色化している。鏡下では、有色鉱物の斑晶は緑泥石に変質し、斜長石の斑晶は絹雲母と炭酸塩鉱物に変わり、石基には、緑泥石やその他の変質鉱物が多量に生じている。

宇治安山岩類には水成堆積物は今のところ確認されていないが、他の構成岩石や変質の状況は南薩層群下部層のものと極めて類似しており、宇治安山岩類は岩相および形成年代より、南薩層群下部層に対比可能である。新第三紀中新世後期の安山岩の分布は、南薩層群下部層が分布する薩摩半島南西部だけにとどまらず、さらに南西方向約70 kmの海上においても認められ、安山岩の噴出をもたらした火山活動は広範囲に及んでいたものと考えられる。

南薩層群のうち、野間半島に分布するものは、その陸水成堆積層の層理面、溶岩の流理面および火山碎屑岩の堆積構造から、走行NW-S E、傾斜 $10^{\circ}$ ～ $20^{\circ}$  Eの堆積構造を示す。池田湖北西方に分布するものも、その溶岩と火山碎屑岩の境界面から、ほぼ走行NW-S E、傾斜 $10^{\circ}$ ～ $20^{\circ}$  Eの堆積構造を示し、南薩層群の火山岩類の噴出の中心は、薩摩半島の南西海上に位置する可能性が指摘されている（通産省，1985）。宇治安山岩類の層理面の走向はほぼ南北で、西に約 $30^{\circ}$ ～ $50^{\circ}$ 傾いている。これらの堆積構造が初成のままであるものとする、火山噴出物の噴出源は薩摩半島と宇治群島との間に位置していたものと推測される。

表5 鹿児島県内における新第三紀の安山岩の放射年代

絶対年代 (Ma)	地質	岩石名	採取場所	方法	対象試料	文献
18.3	北薩古期安山岩類	角閃石輝石安山岩	川内市久見崎町	F T法	ジルコン	通産省(1979)
9.1	北薩古期安山岩類	輝石安山岩	串木野市下名	F T法	ジルコン	通産省(1979)
8.7 ±1.6	北薩古期安山岩類	安山岩	串木野市53MAHT-2-12	K-Ar法	全岩	通産省(1979)
8.2	北薩古期安山岩類	輝石安山岩	串木野市芹ヶ野	F T法	ジルコン	通産省(1979)
8.01±0.83 7.63±0.81	宇治安山岩類	輝石安山岩	笠沙町宇治島	K-Ar法	斜長石	本研究
7.6 ±2.3	南薩層群下部層	輝石安山岩	坊津町鋸追道	K-Ar法	全岩	通産省(1985)
6.4 ±0.3	南薩層群上部層	輝石安山岩	笠沙町野間神社	K-Ar法	全岩	通産省(1985)
6.16±0.45	南薩層群上部層	輝石安山岩	枕崎市水流北東方	F T法	ジルコン	通産省(1985)
5.9 ±0.8	南薩層群上部層	輝石安山岩	枕崎市麓原東方	K-Ar法	全岩	通産省(1985)
4.56±0.38	南薩中期火山岩類	角閃石安山岩	枕崎市下山採石場	F T法	ジルコン	通産省(1985)
4.50±0.42	北薩中期火山岩類	輝石安山岩	伊集院町城山	F T法	ジルコン	通産省(1985)
4.15±0.21	北薩古期安山岩類	安山岩	串木野市53MAHT-1-1	K-Ar法	全岩	通産省(1979)
4.13±0.37	南薩中期火山岩類	角閃石安山岩	頰娃町粟ヶ窪57MANU-1	F T法	ジルコン	通産省(1985)
3.9 ±0.8	北薩火山岩類	輝石安山岩	郡山町大平	K-Ar法	全岩	通産省(1985)
3.42±0.40	北薩中期火山岩類	輝石安山岩	市来町戸崎鼻	F T法	ジルコン	通産省(1985)
3.38±0.40	北薩中期火山岩類	角閃石輝石安山岩	知覧町垂水北方採石場	F T法	ジルコン	通産省(1985)
3.29±0.15	北薩火山岩類	輝石安山岩	東市来町萩西西方	K-Ar法	全岩	通産省(1985)
2.6 ±0.08	北薩火山岩類	輝石安山岩	伊集院町上神殿中	K-Ar法	全岩	通産省(1985)

## 5 まとめと今後の課題

宇治群島宇治島に分布する安山岩質溶岩の岩石記載とK-Ar年代測定を行い、その地質学的意義について検討した。

安山岩質溶岩は、濃緑灰色～暗灰色をした緻密な岩石で、石基中に乳白色の長石斑晶および濃緑色の輝石斑晶が認められる。鏡下においては、石基は脱ガラス化し、微晶質で、短冊状斜長石、緑泥石などからなり、ガラス基流晶質組織がみられる。斜長石斑晶はアルバイト式双晶や累帯構造を示すものがみられる。EPMAによる化学組成分析では、 $Ab_{50}An_{50} \sim Ab_{38}An_{62}$ の範囲の組成を有し、曹灰長石に属する。劈開に沿って方解石に変化しているものや全体が方解石に変化しているものもある。輝石斑晶はEPMAによる化学組成分析では、 $FeSiO_3$ が15～18%、 $MgSiO_3$ が41～43%、 $CaSiO_3$ が41～43%の範囲の組成を有し、オーゾナイト（普通輝石）に属する。多くが部分的あるいは完全に緑泥石や方解石に変化している。

K-Ar年代測定を行った結果、 $8.01 \pm 0.83 Ma$ 、 $7.63 \pm 0.81 Ma$ の値を得、宇治安山岩類の噴出時期は新第三紀中新世後期であることが明らかとなった。

以上のことより、宇治安山岩類は安山岩質の火山噴出物などから構成され、地質時代が新第三紀後期前半と推定されている南薩層群下部層に対比可能であり、中新世後期の安山岩の分布は、薩摩半島南西部だけにとどまらず、さらに南西方向約70kmの海上においても認められ、この安山岩の噴出をもたらした火山活動は広範囲に及んでいたものと考えられる。また、現在みられる南薩層群および宇治安山岩類の堆積構造が初成のままであるものとする、火山噴出物の噴出源は薩摩半島と宇治群島との間に位置していた可能性がある。

今回の研究において、宇治安山岩類の帰属が明らかとなったが、宇治向島においては安山岩に貫入される堆積岩が広い範囲で確認されている（桑水流，2004）。今後、この堆積岩の分布

や岩相等をさらに詳しく調査し、その地質構造と堆積環境を明らかにし、他地域との対比を行う必要がある。

#### 引用・参考文献

- 今増俊明, 1994, 宇治群島の自然(地質). 鹿児島県の自然調査事業報告 I 南薩の自然, 117-118.
- 桑水流淳二, 2003, 宇治群島の自然調査報告(その2) [宇治群島向島の地形・地質]. 鹿児島県立博物館研究報告, 22, 2-5.
- 桑水流淳二, 2004, 宇治群島の自然調査報告(その3) [宇治群島の地形・地質]. 鹿児島県立博物館研究報告, 23, 2-5.
- 波多江信広, 1956, 宇治群島及び草垣島の地質. 鹿大南方産業科学研究所報告, 1, 1-16.
- 成尾英仁・桑水流淳二, 2002, 宇治群島家島の自然調査概要報告 [宇治群島家島の地形・地質]. 鹿児島県立博物館研究報告, 21, 3-5.
- 通商産業省資源エネルギー庁, 1979, 昭和53年度広域調査報告「北薩・串木野地域」. 92 p.
- 通商産業省資源エネルギー庁, 1985, 昭和59年度広域調査報告「南薩地域」. 180 p.



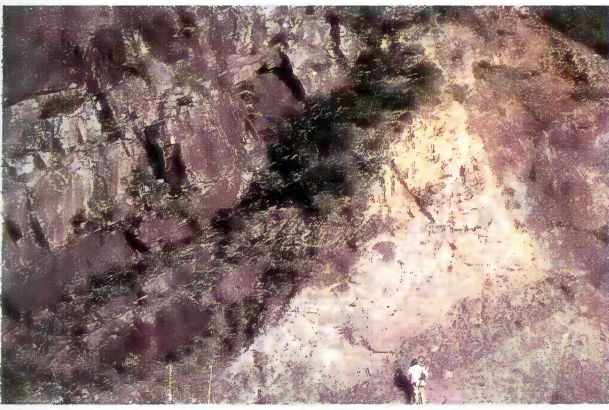


写真1 安山岩質溶岩と凝灰角礫岩の境界 (小浦波止)

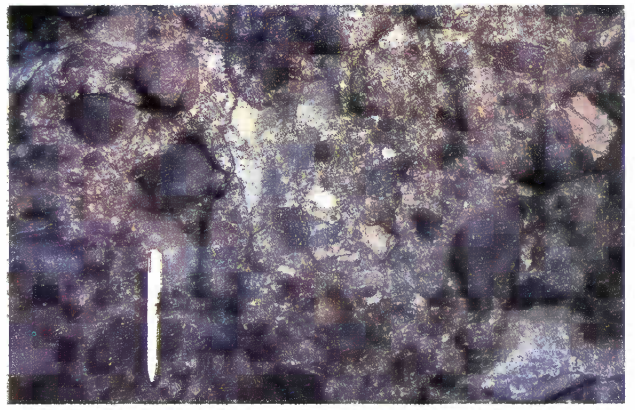


写真2 歪角礫を含む凝灰角礫岩 (片浦波止)

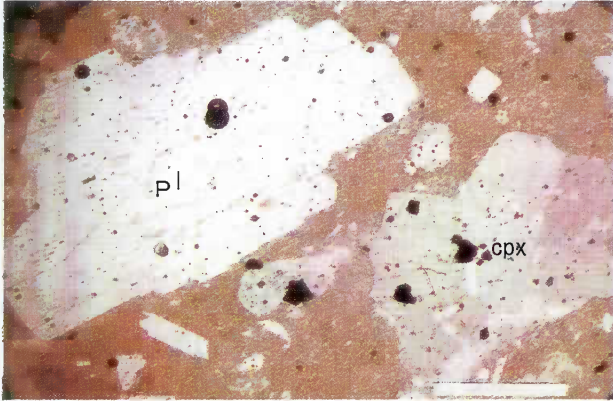


写真3-1 斜長石 (pl) と単斜輝石 (cpx) [オープンニコル]

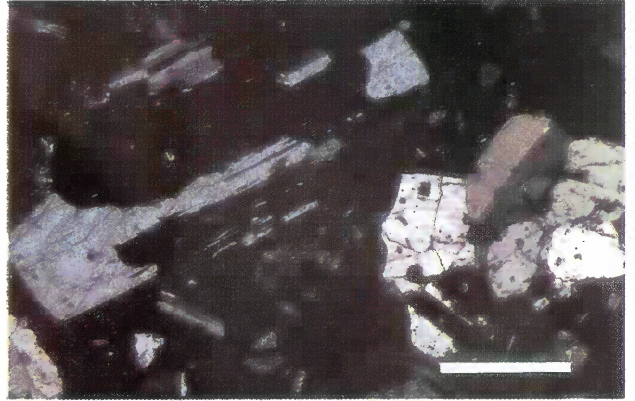


写真3-2 左 同 [クロスニコル]

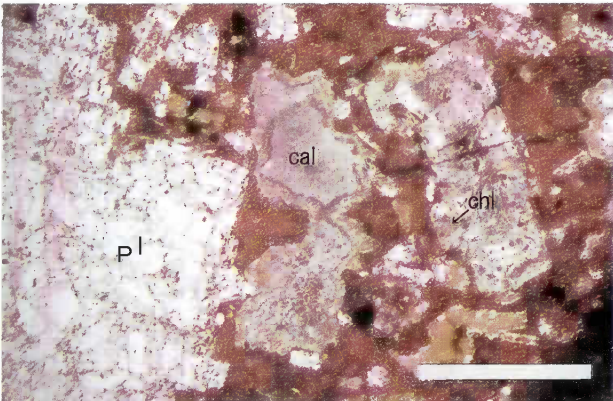


写真4-1 緑泥石 (chl) と方解石 (cal) の変質鉱物 [オープンニコル]

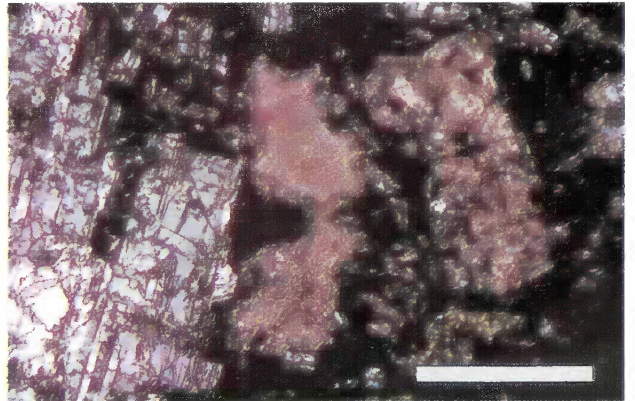


写真4-2 左 同 [クロスニコル]

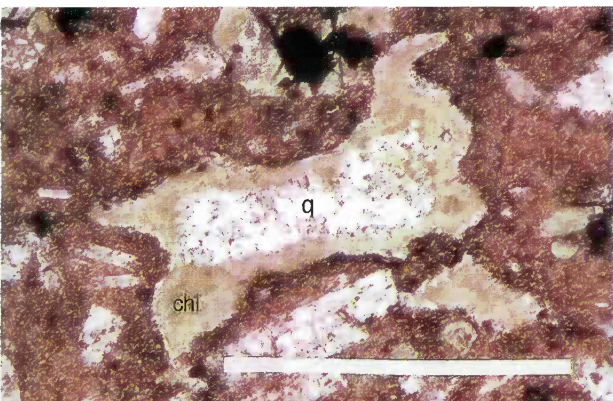


写真5-1 空隙を充填した石英 (q) と緑泥石 (chl) [オープンニコル]

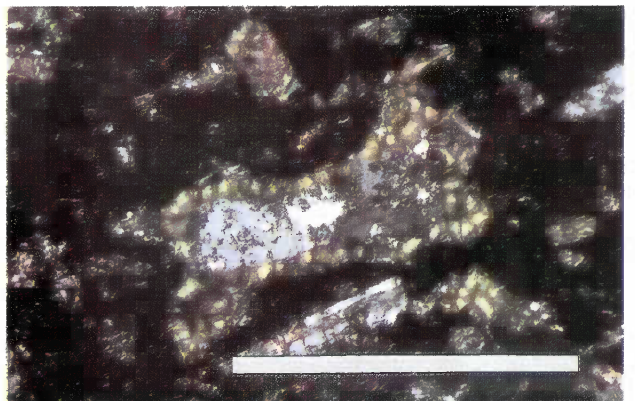


写真5-2 左 同 [クロスニコル]

写真のスケールは全て1mm