佐賀県、深江花崗岩北波多岩体の全岩化学組成

川野良信*

キーワード:佐賀県、北波多岩体、深江花崗岩、主成分組成、微量成分組成

1. はじめに

北部九州に分布する白亜紀花崗岩類(以下、北部九州 花崗岩類と呼ぶ)は15の岩型に区分されている(唐木田 1985;唐木田ほか,1992)。これらの花崗岩類については 多くの研究者によって、産状・岩石記載・全岩化学組成・ 鉱物化学組成・年代・同位体組成などの岩石学的検討が 進められてきた(石原ほか,1979;唐木田ほか,1983; 津末ほか,1983;Tsusue et al.,1984;唐木田,1985;井 沢ほか,1990;1994;Kamei,2002;矢田・大和田,2003; 川野・柚原,2005;2008)。唐木田(1985)による北部九 州花崗岩類の15岩型は、活動の古いものから新しいもの へと順に、糸島花崗閃緑岩、深江花崗岩、朝倉花崗閃緑 岩、鞍手花崗閃緑岩、添田花崗閃緑岩、平尾花崗閃緑岩、 香春花崗閃緑岩、北崎花崗閃緑岩、志賀島花崗閃緑岩、 真崎花崗岩、油須原花崗岩、勝山花崗岩、嘉穂花崗岩、 早良花崗岩、佐賀花崗岩である。

佐賀県唐津市北波多地域には、比較的早期に活動した と考えられている深江花崗岩が分布する(唐木田, 1985)。 唐木田(1985)は深江花崗岩と糸島花崗閃緑岩との関係 が明瞭な貫入関係あるいは一部漸移的であるとしたが、 矢田・大和田(2003)は深江花崗岩と糸島花崗閃緑岩の 境界地域(第1図)について詳細な地質調査を実施し、 岩石化学的見地から深江花崗岩と糸島花崗閃緑岩は同一 の起源をもつ岩石であると結論づけた。また、北波多村 史編纂委員会(2008)や川野(2008)は、北波多地域に 分布する深江花崗岩の産状、K-Ar 黒雲母年代、部分的 な化学組成について報告し、同地域に露出する花崗岩が 深江花崗岩本体と異なる特徴をもつことを見出した。一 方、川野・柚原(2008)は、糸島花崗閃緑岩と早良花崗 岩の境界地域を対象に調査を実施し、早良花崗岩に局部 的な岩相変化を認め、それぞれの岩相が異なる形成過程 を経たマグマから形成された可能性を指摘した。このよ

うに、北部九州花崗岩類の岩石学的研究は巨視的な研究 から、個々の地域にみられる特徴的産状を検討する詳細 な研究へと変貌を遂げつつある。

本論では、北波多村史編纂委員会(2008)や川野(2008) で取り扱った深江花崗岩北波多岩体について、追加試料 を含めた全岩化学分析を実施し、得られた分析結果について報告する。

2. 地質概略

2.1 佐賀県の地質

佐賀県北西部には中・古生界の三郡変成岩と花崗岩類、 古第三紀の相知層群・杵島層群・佐世保層群および中新 世以降に活動した火山岩類が分布している(第1図)。

中・古生界である三郡変成岩(Kobayashi, 1941)は中 国地方の北部・西部および北九州に広く分布する高圧変 成岩で泥質・砂質堆積岩を原岩とし、玄武岩質の火山岩 を挟む。花崗岩類は三郡変成岩に貫入し、角閃石・黒雲 母を主体とする花崗閃緑岩~花崗岩から構成される。古 第三系始新統である相知層群(長尾, 1927)は主として



* 立正大学地球環境科学部

砂岩・泥岩からなる厳木層と芳ノ谷層から構成され、下 部漸新統である杵島層群(松下,1949)は泥質岩からな る杵島層をはじめ、佐里砂岩層・行合野砂岩層・畑津砂 岩層・畑津頁岩層から構成される。主に厚層理の砂岩か らなる上部漸新統~下部中新統の佐世保層群は長崎県北 松浦郡を主として佐賀県西部から北部に分布している(長 尾,1927)。火山岩類は北松浦半島一帯に広く分布する松 浦玄武岩をはじめとして、7.5Maに活動した武雄流紋岩、 2.5Maの年代を示す伊万里安山岩、2.8~2.76Maの年代値 をもつ有田流紋岩などが分布している(松本,1992; Kaneoka and Suzuki, 1970)。

2.2 北波多地域の地質

北波多地域には深江花崗岩が広く分布し、畑島断層を 境に古第三系の相知層群と接している(小林ほか,1956)。 花崗岩は玄武岩、珪長質火山岩およびアプライトによっ て貫入され、場所によって珪長質包有物を含む。さらに、 これらを覆って第四紀堆積物が松浦川・徳須恵川に沿っ て分布している(第2図)。

深江花崗岩は細~中粒の石英閃緑岩~花崗岩から構成 される。角閃石を欠くことによって糸島花崗閃緑岩とは 区別される(唐木田ほか, 1962)。深江花崗岩の K-Ar 黒 雲母年代は91Ma(河野・植田, 1966)と95.8±2.4Ma(北 波多村村史編纂委員会, 2008)を、Rb-Sr 鉱物アイソク ロン年代は86.7±2.2Ma(大和田ほか, 1999)を示してい る。なお、本論で用いる1977年以前の K-Ar 黒雲母年代 は新しい改変定数を用いて再計算を施している。

相知層群下位の厳木層は炭層を挟む下部層と緑色鉱物 を含む上部砂岩層に細分され、海成の貝化石を含んでい る(松下,1949)。上位の芳ノ谷層は厳木層を整合に覆



図 2 唐津市北波多周辺の地質図(佐賀県, 1954を一部 改変)

い、砂岩・頁岩の互層からなる(山崎, 1953)。この芳ノ 谷層には層厚十数センチの火山豆石の層が挟まれている。 火山豆石は直径1cm~1.5cmで走向方向に伸びた形状の ものが多い。個々の豆石は1mm弱の外殻をもっており、 外殻部は内部に比べて細粒・緻密な火山灰から構成され る(北波多村村史編纂委員会, 2008)。

畑島断層に沿って露出する玄武岩は斜長石斑状カンラ ン石単斜輝石玄武岩からなり、東松浦玄武岩類の一部と 推定されている(北波多村村史編纂委員会,2008)。東松 浦玄武岩類は主に玄武岩台地を構成する溶岩流で一部に 岩脈としても産出が認められる。K-Ar 年代は8.9~7.3Ma で後期中新世の活動を示している(松本,1992)。本地域 の東松浦玄武岩類からは2.49±0.10の K-Ar 全岩年代値が 得られている(北波多村村史編纂委員会,2008)。また、 珪長質火山岩が深江花崗岩に貫入している様子が芳谷で 観察される。

3. 北波多岩体の野外および鏡下観察

本論では便宜上、北波多地域に露出する深江花崗岩を 北波多岩体と呼び、深江岩体の主体をなす岩体を主岩体 と呼ぶ。芳谷付近の採石場には、北西方向に顕著な節理 が発達するやや風化の進行した花崗岩の好露頭がある。 また、坊中の貯水池脇の林道にも N50°W40°E の節理が顕 著に発達する花崗岩が露出する。また、芳谷付近の県道 脇の露頭では珪長質火山岩の岩脈が花崗岩に貫入し、岩 脈の周囲は接触変成作用を被りマサ化が進行している。 花崗岩は随所において、淡桃色を示す珪長質包有物を含 んでおり、アプライトの貫入も認められる。珪長質包有 物との境界は明瞭な場合もあるが、多くは漸移的に変化 している。

北波多岩体の花崗岩は主として石英、斜長石、カリ長 石、黒雲母から構成され、燐灰石、ジルコン、チタン石、 不透明鉱物などの副成分鉱物を伴う。また、二次鉱物と して緑泥石や方解石が生じている場合もある。石英は半 自形~他形で1~5mmのものが多く、最大1cmに達 する。波動消光が顕著に観察される。斜長石は自形から 半自形で卓状を呈し、長径が1~5mmのものが多く含 まれる。セリサイト化が著しい。カリ長石は他形で1~ 2mmのものが多く、最大5mmに達するものもある。 パーサイト構造が顕著である。石英と共に他の鉱物間を 充填している。黒雲母は褐色~淡褐色、半自形で0.5~ 1mmが多く、最大1.5mmに達する。キンク構造が顕著 に発達する。燐灰石やジルコン、不透明鉱物を包有する 場合がある。変質が進み、部分的に緑泥石化している。 チタン石は自形を呈し、1 mmのものが多いが最大5 mm に達するものも含まれる。多くは変質が進み、方解石に 分解されている。黒雲母に伴って産する場合が多い。不 透明鉱物は0.2~0.5mm ほどの粒状、自形を呈し、単独で 産出する場合もあるが、多くは黒雲母に伴って出現して いる。

珪長質包有物は粒径が1mm程度の細粒、優白質岩で、 深江花崗岩に包有されて産する。主要構成鉱物は斜長石、 カリ長石、石英、黒雲母、燐灰石、不透明鉱物である。 石英は半自形~他形を呈し、1mmのものが多く、最大 1.5mmに達する。斜長石は自形~半自形で0.5~1mmの ものが多く、最大1.2mmに達する。セリサイト化が著し



い。カリ長石は他形で、1mmのものが多く、最大で 1.2mmに成長している。パーサイト構造が顕著である。 石英と共に他の鉱物間を充填して出現する。黒雲母は半 自形~他形で、1mm以下である。ほとんどが緑泥石に 変質している。不透明鉱物は0.2mm ほどの粒状を呈し、 単独あるいは黒雲母に包有されて産出している。二次鉱 物である方解石は細脈状に発達している。

アプライトはやや桃色を帯びた優白質岩で粒径1mm 程度の細粒岩である。32611Apは幅20~30cmの岩脈と して産する。主要構成鉱物はカリ長石、斜長石、石英で あり、副成分鉱物として黒雲母、燐灰石、不透明鉱物を わずかに含む。カリ長石は他形で薄い桃色を呈し、最大 で1.2mmに成長する。パーサイト構造が顕著に発達して いる。石英と共に他の鉱物間を充填して出現する。斜長 石は自形~半自形で0.5~1mmのものが多く、最大 1.5mmに達する。セリサイト化が著しい。石英は半自形 ~他形を呈し、0.5~1mmのものが多い。黒雲母は半自 形~他形で、0.5mm 程度のものが多い。不透明鉱物は 0.2mm ほどの粒状を呈し、単独あるいは黒雲母に包有さ れて産出する。

第3図にモード石英-斜長石-カリ長石三角図を示す。 モード組成は北波多岩体と珪長質包有物について実施し、 ポイントカウンターによって各試料2000~1000点をカウ ントした。北波多岩体の多くは花崗閃緑岩の領域に、トー ナル岩と花崗岩の領域にそれぞれ1試料ずつプロットさ れる。花崗岩領域にプロットされる試料60601は北波多岩



図4 SiO₂に対する主成分元素の相関図

					深江花	崗岩 北波多	岩体				
Sample no.	40706*	32611	91101*	32604	60604*	32605	32601	91103*	32608	40705*	32602
SiO ₂ (wt%)	69.26	69.28	69.54	69.81	69.85	70.07	70.08	70.42	70.51	70.59	70.63
TiO.	0.34	0.24	0.42	0.32	0.33	0.31	0.35	0.32	0.30	0.38	0.33
1102	10.04	17.20	15.24	0.52	0.55	15.00	0.35	0.52	0.50	0.50	0.55
AI_2O_3	16.04	17.28	15.34	15.43	15.38	15.96	15.42	15.29	15.49	14.88	15.30
Fe ₂ O ₃	3.02	1.74	2.93	2.52	3.12	2.52	3.12	3.02	2.47	3.36	2.74
MnO	0.06	0.05	0.08	0.06	0.06	0.05	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06
MgO	1.01	0.64	1.23	0.93	1.01	0.85	1.04	0.99	0.72	1.12	0.96
CaO	2.92	2.49	2.11	1.67	2.29	2.74	2.66	2.47	2.13	2.71	2.62
Na ₂ O	4.49	4.90	4.28	3.67	3.98	4.51	4.13	4.26	4.23	4.16	4.49
K ₂ O	2.17	2.94	2.81	4.02	2.87	2.33	2.58	2.46	3.05	2.12	1.95
P2O5	0.11	0.08	0.13	0.09	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.12	0.10
L.O.I.	1.04	0.88	1.42	1.08	1.11	0.78	0.59	0.66	1.00	0.91	1.35
Total	100.47	100.52	100.29	99.61	100.12	100.24	100.16	100.06	100.06	100.41	100.52
Ba (ppm)	333	327	463	1686	615	345	438	369	635	366	278
Co	3.1	3.7	4	2.4	2.9	3.2	3.6	3.4	2	3.3	3.9
Cr	4.2	2.2	5.5	2.9	4.8	2.3	3.7	5.2	2.6	8.1	4.5
Cu Ca	8.7	7.4	8 10	10.5	8.7	8.3	8.1	7.5	9.9	9.6	8.2
Ga Nh	19	10.0	11 2	9.0	79	10.4	19	19	10 6	19	9.0
Ni	1.6	16	3.0	1.5	23	10.4	1.0	2.5	16	2.5	1.2
Ph	13.6	15.0	12.9	15.2	13.4	13.6	13.6	14 5	15.5	12.5	11.7
Rb	56	74	67	79	67	63	74	67	68	63	54
Sr	359	316	311	366	348	355	364	320	364	309	291
Th	6.8	6.5	8.3	5.5	6.9	4.9	8.3	9.0	5.2	10.3	8.7
V	33.5	20.5	41.9	36.2	40.3	31.1	38.2	41.2	23.4	41.0	30.0
Y	11.1	11.4	14.7	15.2	13.0	12.9	12.6	12.3	13.3	13.3	13.0
Zn	56	47	56	45	53	53	58	52	49	62	53
Zr	106	77	123	78	112	110	117	106	107	130	106
			深江龙	出生 北波名	岩体			硅晶質包有物	マプヨ		
Sample no.	60602*	32609	<u>深江花</u> 40702*	<u>崗岩 北波多</u> 60601*	·岩体 32610	32606	32607	珪長質包有物 40703*	アプラ 32612	<u>ነገト</u> 32611Ap	
Sample no.	60602* 70.68	32609	<u>深江花</u> 40702* 70 93	<u>崗岩 北波多</u> 60601* 70.97	岩体 32610 71 53	32606	32607 73 38	珪長質包有物 40703* 73.82	アプラ 32612 76 52	ነ <u>ተト</u> 32611Ap 74 70	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂	60602* 70.68	32609 70.72	<u>深江花</u> 40702* 70.93	<u>崗岩 北波多</u> 60601* 70.97 0.37	岩体 32610 71.53 0.29	32606 72.09	32607 73.38 0.18	珪長質包有物 40703* 73.82 0.09	アプラ 32612 76.52	74.70	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂	60602* 70.68 0.33	32609 70.72 0.29	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44	<u>崗岩 北波多</u> 60601* 70.97 0.37 15 19	岩体 32610 71.53 0.29 15 32	32606 72.09 0.19	32607 73.38 0.18	硅長質包有物 40703* 73.82 0.09 12.92	アプラ 32612 76.52 0.07 13.29	74.70 0.05	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃	60602* 70.68 0.33 15.60	32609 70.72 0.29 16.03	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90	<u>崗岩 北波多</u> 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20	32606 72.09 0.19 14.74	32607 73.38 0.18 14.64	珪長質包有物 40703* 73.82 0.09 12.92	アプラ 32612 76.52 0.07 13.29	0.05 0.56	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70	32609 70.72 0.29 16.03 1.70	<u>深江花</u> 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90	<u>崗岩 北波多</u> 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20	32606 72.09 0.19 14.74 2.20	32607 73.38 0.18 14.64 1.80	桂長賀包有物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02	アプラ 32612 76.52 0.07 13.29 1.00	2611Ap 32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93	<u>崗岩 北波多</u> 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26 0.04	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.72	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04	桂長賀包有物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13	32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16	
Sample no. SiO_2 (wt%) TiO_2 Al_2O_3 Fe_2O_3 MnO MgO CaO	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2 34	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69	<u>崗岩 北波多</u> 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26 0.04 0.68 2 40	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74	社長賀包有物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08	アプラ 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74	271- 32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53	<u>崗岩 北波多</u> 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26 0.04 0.68 2.40 4.26	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27 4.25	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79	社長賀包有物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21	アプラ 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90	74.70 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 3.41	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84	<u>崗岩 北波多</u> 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26 0.04 0.68 2.40 4.26 2.36	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27 4.25 2.52	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65	硅長質包有物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19	7775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43	22611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 3.41 5.61	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10	<u>崗岩 北波多</u> 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26 0.04 0.68 2.40 4.26 2.36 0.11	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27 4.25 2.52 0.09	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05	社長賀包有物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.02	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02	2411Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 3.41 5.61 0.02	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ L.O.I.	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12 1.38	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 1.94	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77	<u>崗岩 北波多</u> 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26 0.04 0.68 2.40 4.26 2.36 0.11 1.62	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27 4.25 2.52 0.09 1.00	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.05 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.04 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.59	塩長賀包名物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33	74.70 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ L.O.I. Total	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12 1.38 100.56	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 0.194 100.45	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49	<u> </u>	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27 4.25 2.52 0.09 1.00 100.26	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.05 0.59	塩長賀包4物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81 100.52	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43	74.70 74.70 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77 99.14	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ <u>L.O.I.</u> Total Ba (ppm)	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12 1.38 100.56 350	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.70 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 1.94 100.45 3.39	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.06 0.63 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 248	<u> </u>	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.73 2.27 4.25 2.52 0.09 1.00 100.26 448	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32 775	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.59 100.27 503	<u> 桂美賀智名特</u> 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.02 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81 10.52 164	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 166	74.70 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77 99.14 145	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ <u>L.O.I.</u> <u>Total</u> Ba (ppm) Co	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12 1.38 100.56 350 3.3	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 <u>1.94</u> 100.45 339	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 2.48 2.66	萬岩 北波多 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26 0.04 0.68 2.40 4.26 2.36 0.11 <u>1.62</u> <u>100.25</u> 389 3.2	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27 4.25 2.52 0.09 <u>1.00</u> 100.26 4.48 3.4	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32 775 2.2	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.59 100.27 503 1.4	桂長賀包名物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81 100.52 100.52 1.65 100.52	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 100.43	24 32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77 99.14 145 2	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ L.O.I. <u>Total</u> Ba (ppm) Co Cr	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12 1.38 100.56 3.50 3.3 3.2	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 <u>1.94</u> 100.45 339 2.5 2.4	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 2.48 2.48 2.48 2.49	<u> </u>	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27 4.25 2.52 0.09 1.00 100.26 448 3.44 4.26	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32 775 2.22 2.1.7	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.59 100.27 503 1.4 1.5	桂長質包有物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81 100.52 164 0.88 1	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 166 2.2 2.1	74.70 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77 99.14 145 2 1.5	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O Na ₂ O Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ L.O.I. Total Ba (ppm) Co Cr Cu	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.03 2.14 4.75 1.86 0.12 1.38 100.56 350 3.3 3.2 8.5	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 1.94 100.45 339 2.5 2.4 8.6	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 248 2.69 4.53 1.84 0.77	<u> </u>	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27 4.25 2.52 0.09 1.00 100.26 448 3.4 2.6 (10.7	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32 775 2.2 1.7 8.1	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.59 100.27 503 1.4 1.5 6.6	<u> 桂長質包名物</u> 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81 100.52 164 0.8 1 4.9	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 166 2.2 2.1 8.6	Th 32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77 99.14 145 2 1.55 3.7	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ L.O.I. Total Ba (ppm) Co Cr Cu Ga	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12 1.88 0.12 1.88 0.12 1.88 0.12 3.50 3.3 3.2 8.5 8.5 18	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 <u>1.94</u> 100.45 339 2.5 2.4 8.6 8.18	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 248 2.6 4.9 7.7 7 19 9	崗岩 北波多 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26 0.04 0.68 2.40 4.26 2.36 0.11 <u>1.62</u> <u>100.25</u> 389 3.2 3.5 7.8 17	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27 4.25 2.52 2.52 2.52 0.99 <u>1.006</u> 100.26 448 3.4 2.6 10.7 18	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.001 100.32 775 2.2 1.7 8.1 17 77	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.059 100.27 503 1.4 1.5 6.6 6 18	<u> 桂美質包名物</u> 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81 100.52 164 0.8 1.14 0.8 1.15 0.25 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 166 2.2 2.1 8.6 6 16	H 32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77 99.14 145 2 1.5 3.7 15	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ <u>L.O.I.</u> Total Ba (ppm) Co Cr Cu Ga Nb	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12 1.38 100.56 350 3.3 3.3 3.2 8.5 18 11.2	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 <u>1.94</u> 100.45 339 2.5 2.4 8.6 18 9.1	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 2.48 2.6 4.9 7.7 19 8.7 5.7	<u> </u>	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.73 2.27 4.25 2.52 0.09 <u>1.00</u> 100.64 448 3.4 2.6 10.7 18 10.7	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32 775 2.2 1.7 8.1 17 7.3	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.59 100.27 503 1.4 1.5 6.66 18 8.7 0.05	<u>桂長賀智名物</u> 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81 10052 1.64 0.8 1 164 9.1 9.1 9.1	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 166 2.2 2.1 8.66 13.4	32611Ap 32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77 99.145 145 2 1.5 3.7 10.8	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ <u>L.O.I.</u> Total Ba (ppm) Co Cr Cu Ga Nb Ni Db	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12 1.38 100.56 350 3.3 3.2 8.5 18 11.2 1.1	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 1.94 100.45 339 2.5 2.4 8.6 18 9.1 1.4	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 2.48 2.6 4.9 7.7 19 8.7 1.5 1.5	萬岩 北波多 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26 0.04 0.68 2.40 4.26 2.36 0.11 <u>1.62</u> 100.25 389 3.2 3.5 7.8 17 12.2 2.1	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27 4.25 2.52 0.09 <u>1.00</u> <u>100.26</u> 448 3.4 2.6 10.7 18 10.7 1.8	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32 775 2.2 1.7 8.1 17 7.3 1.5	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.59 100.27 503 1.4 1.5 6.6 1.8 8.7 0.9	桂長賀智名物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81 100.52 164 0.8 1 4.9 1.5 9.1 0.3 2.5 5.2 1.5 9.1 0.3 2.5 5.5 9.1 0.3 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 100.43 100.43 100.43 16 2.2 2.1 8.6 13.4 1.6	Implementation 32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.166 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77 99.14 145 2 1.5 3.7 15 10.8 n.d.	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ L.O.I. Total Ba (ppm) Co Cr Cu Ga Nb Ni Pb	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.03 2.14 4.75 1.86 0.02 1.38 100.56 350 3.3 3.2 8.5 18 8 11.2 1.1 14.0 4.0	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 1.94 100.45 339 2.5 2.4 8.6 18 9.1 1.4 1.4 13.1 <i>e</i> 7	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 248 2.66 4.9 7.7 100.49 8.7 1.5 1.5 1.5 1.5 1.6	萬岩 北波多 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26 0.04 0.68 2.40 4.26 2.36 0.11 1.62 100.25 389 3.2 3.5 7.8 3.5 7.8 3.5 7.8 1.2,2 2.1 11.6	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 2.27 4.25 2.52 0.09 1.00 100.26 448 3.4 2.6 10.7 1.8 10.7 1.8	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32 775 2.22 1.7 8.1 17 7.3 8.1 17 7.3 8.1 17 7.3 8.1 17 7.3 8.1 17 7.3 8.1 7.7 9.7 7.3 8.1 7.7 7.3 8.1 7.7 7.3 8.1 7.7 7.3 8.1 7.7 7.3 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.59 100.27 503 1.4 1.5 6.6 18 8.7 0.9 17.8 8.7 0.9	桂長質包名物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81 100.52 164 0.88 1 4.9 15 9.1 0.3 25.5 9.1	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 100.43 160 2.2 2.1 8.6 13.4 1.6 24.5 24.5	Th 32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 0.41 5.61 0.02 0.77 99.14 145 2 1.5 3.7 15 10.8 n.d. 25.5 1.10	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ L.O.I. Total Ba (ppm) Co Cr Cu Ga Nb Ni Pb Sr	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12 1.38 100.56 350 3.3 3.3 3.2 8.5 18 11.2 1.11 14.0 48 370	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 1.94 100.45 339 2.5 2.4 8.6 18 9.1 1.4 13.1 67 242	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 248 2.66 4.9 7.7 100.49 7.7 19 8.7 1.5 11.6 54 300	<u> </u>	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27 4.25 2.52 2.52 2.52 0.09 1.00 100.26 448 3.4 2.66 10.7 1.8 10.7 1.8 10.7 1.8 10.7 1.8 10.7 200	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32 775 2.2 1.7 8.1 17 7.3 8.1 17 7.3 1.5 19.2 87 200	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.59 100.27 503 1.4 1.5 6.6 6 18 8.8,7 0.9 17.8 78 294	<u> 桂美質包名物</u> 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81 100.52 164 0.8 1 4.9 1.5 9.1 0.3 25.5 9.1 8.4	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 166 2.2 2.1 18.6 166 13.4 1.66 24.5 103 88	H 32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.16 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77 99.14 145 2 1.5 10.8 n.d. 25.5 119 30	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ L.O.I. Total Ba (ppm) Co Cr Cu Ga Nb Ni Pb Rb Sr Th	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12 1.86 0.12 1.88 100.56 350 3.3 3.2 8.5 18 11.2 1.1 14.0 48 374 7,4	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 1.094 100.45 339 2.5 2.4 8.6 8 18 9.1 1.4 1.8 9.1 1.5 1.7 2.4 8.5 2.4 7.1 1.6 7.1 2.4 2.5 2.4 7.1 2.5 2.4 7.1 2.5 2.4 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 248 2.6 4.9 7.7 7 19 8.7 1.5 11.6 54 300 6 55	<u> </u>	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.73 2.27 4.25 2.52 0.09 100.26 448 3.4 2.6 10.7 18 10.2 10.2 8 448 3.4 2.6 10.7 18 10.2 6 7 5	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32 775 2.2 1.7 8.1 1 17 7.3 1.5 19.2 87 2.95	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.059 100.27 503 1.4 1.5 6.6 6 18 8.7 0,059 100.27 503 1.4 1.5 6.6 6 18 8.7 78 294 6 1		775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 166 2.2 2.1 8.6 16 13.4 1.66 24.5 103 89 10.2		
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ <u>LOI.</u> Total Ba (ppm) Co Cr Cu Ga Nb Ni Pb Rb Sr Th V	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12 1.38 100.56 350 3.3 3.2 8.5 18 11.2 1.1 14.0 48 374 7.4 31.4	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 1.94 100.45 339 2.5 2.4 8.6 18 9.1 1.4 1.4 13.1 67 242 7.1 21.9	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.06 0.06 0.06 0.65 15.44 0.10 0.77 100.49 2.48 2.6 4.9 7.7 19 8.7 1.5 11.6 54 300 6.5 6.5	<u> </u>	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.73 2.27 4.25 2.52 0.09 <u>100.64</u> 448 3.4 2.6 10.7 18 10.7 18 10.7 18 10.7 18 10.7 5 33.0	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32 775 2.2 1.7 8.1 17 7.3 1.5 19.2 87 296 9.5	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.59 100.27 503 1.4 1.5 6.6 18 8.7 0.9 17.8 8.78 0.9 17.8 78 294 6.1 17.7	桂美賀包名物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.02 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81 10052 1.64 4.9 9.1 0.3 25.5 91 84 11.6 16.41	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 100.43 16 24.5 103 89 10.2 4.8	32611Ap 32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.166 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77 99.14 145 1.5 3.7 10.8 n.d. 25.55 119 39 7.4 9.1	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ <u>L.O.I.</u> Total Ba (ppm) Co Cr Cu Ga Nb Ni Pb Rb Sr Th V Y	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.08 0.93 2.14 4.75 1.86 0.12 1.38 100.56 350 3.3 3.2 8.5 18 11.2 1.1 14.0 48 374 7.4 314 2.4	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 1.94 100.45 339 2.5 2.4 8.6 18 9.1 1.4 13.1 67 242 7.1 21.9 13.2	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 2.48 2.6 4.9 7.7 19 8.7 1.5 11.6 54 300 6.5 34.2 10.9	萬岩 北波多 60601* 70.97 0.37 15.19 2.26 0.04 0.68 2.40 4.26 2.36 0.11 <u>1.62</u> 100.25 389 3.2 3.5 7.8 17 12.2 2.1 11.6 57 294 7.1 34.3 14.6	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 0.75 2.52 2.52 2.52 0.09 <u>1.00</u> 100.26 100.26 100.7 1.8 10.7 1.8 10.7 1.8 10.7 1.8 10.7 290 7.0 290 7.5 3.30 2.5 2.5 2.5 1.8 1.8 1.8 1.8 1.8 1.8 1.8 1.8 1.8 1.8	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 0.59 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32 775 2.2 1.7 8.1 17 7.3 1.5 19.2 87 296 9.5 19.8 9.6	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.05 0.59 100.27 503 1.4 1.5 6.6 6.6 1.8 8.7 0.9 17.8 7.8 294 6.1 17.7 14.3	桂美賀智名物 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.02 1.81 100.52 164 0.8 1 4.9 1.5 9.1 0.3 25.5 91 84 11.6 16.4 10.54	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 100.43 100.43 100.43 100.43 100.43 103.4 1.6 2.2 2.1 8.6 13.4 1.6 2.4.5 103 89 10.2 4.8 28.1	Implementation 32611Ap 32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.166 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77 99.14 145 1.5 3.7 1.5 10.8 n.d. 25.5 119 39 7.4 94.2	
Sample no. SiO ₂ (wt%) TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ MnO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ L.O.I. Total Ba (ppm) Co Cr Cu Ga Nb Ni Pb Rb Sr Th V Y Zn	60602* 70.68 0.33 15.60 2.70 0.03 2.14 4.75 1.86 0.12 1.38 100.56 350 3.3 3.2 8.5 18 110.56 350 3.3 3.2 8.5 18 11.1 14.0 48 374 374 31.4 14.2 67	32609 70.72 0.29 16.03 1.70 0.05 0.70 2.34 4.30 2.30 0.10 1.94 100.45 339 2.5 2.4 8.6 18 9.1 1.4 13.1 67 242 7.1 2.19 13.2 49	深江花 40702* 70.93 0.31 15.44 2.90 0.06 0.93 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 248 2.69 4.53 1.84 0.10 0.77 100.49 248 2.69 4.5 5 1.6 54 300 6.5 34.2 10.9 47	<u> </u>	岩体 32610 71.53 0.29 15.32 2.20 0.05 2.52 2.52 2.52 2.52 2.52 2.5	32606 72.09 0.19 14.74 2.20 0.04 1.68 3.65 4.05 0.08 1.01 100.32 775 2.2 2.2 775 2.2 1.7 8.1 17 7.3 1.5 19.2 87 295 19.8 9.5 19.8 9.6 4.0	32607 73.38 0.18 14.64 1.80 0.04 0.42 1.74 3.79 3.65 0.59 100.27 503 1.4 1.5 6.6 18 8.78 7.8 7.8 294 6.1 17.7 14.3 3.1	<u> 桂美質包名物</u> 40703* 73.82 0.09 12.92 1.11 0.02 0.25 2.08 4.21 4.19 0.25 1.81 100.52 164 0.8 19 15 91 4.9 15 91 84 41.6 16.4 11.6 16.4 10.5 15 16.5 15 16.5 15 16.5 15 16.5 15 15 15 16.5 15 16.5 15 16.5 15 16.5 15 16.5 15 16.5 17.5 17	775 32612 76.52 0.07 13.29 1.00 0.02 0.13 0.74 3.90 4.43 0.02 0.33 100.43 166 2.2 2.1 8.6 16 13.4 1.66 24.5 103 89 10.2 4.8 828.1 28.1 15	H 32611Ap 74.70 0.05 13.00 0.56 0.01 0.166 0.86 3.41 5.61 0.02 0.77 99.14 145 2 1.5 10.8 n.d. 25.5 119 39 7.4 9.1 24.2 9	

表1 北波多岩体の全岩主成分・微量成分組成

試料番号に*を付しているものは北波多村村史編纂委員会(2008)で分析値が報告されている試料。全鉄を Fe₂O₃として表示。L.O.I., loss on ignition; n.d., not determined.

体の中央部南西地域から採取された試料であり、他の北 波多岩体の試料よりも斜長石に乏しく、石英に富む特徴 がある。トーナル岩の領域にプロットされる試料40706は 岩体の北西端から採取されたもので、カリ長石に乏しく、 比較的石英に富む傾向がある。珪長質包有物は花崗閃緑 岩の領域にプロットされ、北波多岩体に比して石英に富 み、斜長石に乏しい特徴をもっている。

4. 全岩化学分析

本論では北波多岩体18試料とアプライト2試料、珪長 質包有物1試料の計21試料について全岩主成分および微 量成分分析を行った。北波多岩体18試料の中には北波多 村史編纂委員会(2008)が化学分析値を報告した9試料 を含んでいる。これは北波多村史編纂委員会(2008)で は分析されていない元素を測定するためである。なお、 北波多村史編纂委員会(2008)の分析値と今回の分析結 果を比較した場合、ほとんどの元素では概ね良好の相関 係数が得られるものの、微量元素である Co, Cr, Cu, Ni などで相関係数が0.6を下回った。ただし、これらの元 素は含有量が20ppm 以下であり、今回分析した試料の中 では比較的狭い組成幅を示している。本論では立正大学 で新たに得られた値を採用した。分析した試料の採取位 置を第2図に示す。なお、試料番号91103と40706、60602 と91101と70402、40703と40705と60604、32611と 32611Apは同じ露頭の異なる場所からそれぞれ採取し た。全岩化学分析は、立正大学地球環境科学部環境シス テム学科設置のリガク社製 ZSX Primus Ⅱを用いた。分 析方法は、基本的に川野(2010)に基づいているが、理 論マトリックス補正計算は de Jongh モデルを用い、 L.O.I. (loss on ignition) を含む補正計算(山田, 2010) を施した.産業技術研究所が提供する18個の岩石標準試 料を使って求めた各元素における検量線の相関係数はす べて0.99以上である。測定した元素は、主成分元素であ る Si. Ti. Al. Fe. Mn. Mg. Ca. Na. K. Pと微量元 素である Ba, Cr, Co, Cu, Ga, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, Th. V. Y. Zn. Zr の合計25元素である。川野(2010) では取り扱っていない Co, Ga, Th, Zn についても18個 の岩石標準試料の Co-K a, Ga-K a, Th-L B₁, Zn-K a線の計数値を用いた検量線を作成し、分析を行った分 析結果を第1表に示す。北波多岩体のSiO2は69.3wt%か ら73.4wt%の比較的狭い範囲を示し、珪長質包有物のそ れは73.8wt%とわずかに富む。アプライトのSiO2は 74.7wt%から76.5wt%と北波多岩体や珪長質包有物より もさらに大きな数値を示す。

第4図にSiO₂に対する主成分組成の変化を示した。図 示に際しては主成分元素の合計を100%に再計算したもの を使用した。また、図には比較のために矢田・大和田 (2003)で報告された深江花崗岩主岩体の値も示した。 TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, P₂O₅はSiO₂の 増加に伴い、北波多岩体からアプライトにかけて減少す る傾向が認められる。また、Na₂O は微減し、K₂O は増加 する傾向がある。北波多岩体は主岩体と部分的に組成が 重複するものの、全体的にややSiO₂に富んでいる。また、 CaO に乏しく、P₂O₅に富む特徴がある。珪長質包有物は 北波多岩体とアプライトの中間にプロットされ、アプラ イトに比して CaO に富む特徴がある。

第5図にSiO₂に対する A.S.I. (aluminum saturation index) と Na₂O+K₂O の関係を示す。この図にも比較の ために矢田・大和田 (2003) で報告された深江花崗岩主 岩体の値を示した。北波多岩体は主岩体に比して A.S.I.が 大きく、パーアルミナスの性格を有する。一方、珪長質 包有物は、A.S.I. が低くメタアルミナスの特徴を示し、 アプライトも北波多岩体に比して A.S.I. に乏しい特徴が 認められる。このような特徴は、珪長質包有物やアプラ イトが低 Al₂O₃にもかかわらず、Na₂O や K₂O に富むこと に起因する。実際、SiO₂に対する Na₂O+K₂O の挙動をみ ると、主岩体が最も Na₂O+K₂O に乏しく 7 wt%以下の領 域に点示され、北波多岩体も 8 wt%以下の範囲を占め る。 珪長質包有物やアプライトはそれらに比して Na₂O+K₂O を多く含み、8 wt%以上の値を示している。

第6図にSiO₂に対する微量元素組成の変化図を示す。 第4、5図と同様に報告値がある元素については深江花 崗岩主岩体(矢田・大和田, 2003)の値も示した。Co, Cr, Cu, Ni, Sr, V, Zn, ZrはSiO₂の増加に伴い、北 波多岩体からアプライトにかけて減少する傾向が認めら れ、Ba, Gaも微減する。逆にNb, Pb, Rb, Th, Y は SiO₂の増加に伴い、増加の傾向が認められる。深江花崗 岩主岩体と北波多岩体を比較するとBa, Cr, Nb, V, Y, ZnはSiO₂に組成差は認められるものの、各微量元素 の組成は重複する。Sr や Zr は北波多岩体の方がやや乏 しく、Rb は北波多岩体の方がやや富む特徴がある。珪長 質包有物はアプライトに比してCo, Nb, Ni, Rb, Y に



図5 SiO₂に対する A.S.I. (aluminum saturation index) と Na₂O+K₂O の相関図

5



図7 北波多岩体のスパイダーグラム.

乏しく、Th, Vに富む特徴がある。

第7図に、MORBで規格化したスパイダーグラムを示 す。北波多岩体はSr, K, RbなどのLIL元素に富むパ ターンを示し、Nb, P, ZrなどのHFS元素ではやや右 下がりの傾向があり、PやTiで負異常のパターンが顕著 である。珪長質包有物とアプライトのパターンは類似し、 北波多岩体のそれと比べるとSrに乏しく、Nbにやや富 むパターンを示す。また、PとTiの負異常は北波多岩体 に比べて大きい。アプライトのYは珪長質包有物に比べ て顕著に富むパターンを示し、両者の大きな相違点であ る。

5. 考察

5.1 深江花崗岩主岩体と北波多岩体の関係

矢田・大和田(2003)は北部九州花崗岩類の中で最も 初期に活動した糸島花崗閃緑岩と深江花崗岩の関係につ いて検討し、糸島花崗閃緑岩を作り出したマグマから深 江花崗岩も導かれた可能性を指摘した。第2図に示した ように北波多岩体は古第三系と畑島断層を境界としてい ることから、本岩体が深江花崗岩の西側周縁相と断定で きないが、深江花崗岩主岩体よりも周縁部に当たると推 定される。先に述べたように北波多岩体は主岩体に比し



図 8 Rb に対する Rb/Ba 比, Rb/Sr 比および Rb/Zr 比の相関図.

てSiO₂に富み、第4図および第6図にみられる化学組成 の変化図からもより分化が進行したと考えられる。主岩 体から北波多岩体にかけての分化についてさらに検討す るために、第8図に Rb に対する Rb/Ba, Rb/Sr, Rb/Zr 変化図を示す。いずれの図でも主岩体と北波多岩体の領 域は重複してプロットされ、Rb-Rb/Ba 図でやや分散が みられるものの、Rb-Rb/Sr, Rb-Rb/Zr 図ではなめらか な変化傾向を示す。この傾向は北波多岩体が主岩体から の分化物とする考えと矛盾しない。Rb-Rb/Ba 図で分散 がみられるのは、Baの値そのものが分散しているためで あろう(第6図)。第5図に示したSiO₂-A.S.I.図では、 北波多岩体と主岩体の A.S.I. に明瞭な差が認められ、前 者はパーアルミナスな性質を示す。しかしながら、両者 の A.S.I. の差は0.1 程度であり、主岩体を形成したマグマ が主として An 成分に富む斜長石を分別したとすれば説 明できる。これは、第4図や第6図で北波多岩体が主岩 体に比して CaO や Sr に乏しいこととも調和的である。

深江花崗岩主岩体の Rb-Sr 鉱物アイソクロン年代は 86.7Ma (大和田ほか, 1999) であり、北波多岩体の K-Ar 黒雲母年代である95.8Ma (北波多村村史編纂委員会, 2008) よりも若い。大和田ほか (1999) のアイソクロン 年代は黒雲母により規制されているため、その閉鎖温度 は K-Ar 黒雲母年代と同程度と考えて良い。すなわち、 主岩体と北波多岩体の年代差はそれぞれの岩体が黒雲母 の閉鎖温度である300 度程度 (Harrison et al., 1985; Nishimura and Mogi, 1986) まで冷却した時期が異なっ ていたことを示している。言い換えるならば、北波多岩 体は主岩体に比して9Ma ほど早く黒雲母の閉鎖温度に 達し、主岩体は閉鎖温度に達するまでより時間を要した と考えられる。前述のように、全岩化学組成は北波多岩 体の方が主岩体に比して分化が進んでいることを示して おり(第4,5,6,8図)、相対的に古い年代をもつ北 波多岩体がより新しい年代を示す主岩体から分化したこ とを意味している。これを説明するには、重力方向に分 化した深成岩体を考えれば良い。すなわち、深江花崗岩 の中で北波多岩体が浅部岩相で、主岩体が深部岩相に当 たるとすれば、結晶分化作用によって、深部岩相の主岩 相が塩基性に、浅部岩相の北波多岩体がより分化が進ん でいたことは説明できる。深江花崗岩全体が地殻内を上 昇する際、浅部岩相である北波多岩体はより早く黒雲母 の閉鎖温度を有する深度を通過し、その後に深部岩相の 主岩体がその深度を通過したのであろう。

5.2 珪長質包有物とアプライト岩脈

北波多岩体中に含まれる珪長質包有物は直径50cmほ どのプール状の楕円形を示し、周囲の花崗閃緑岩と漸移 関係を示している。このような産状から、珪長質包有物 は北波多岩体を形成したマグマの最終残液が固結したも のと推定されている(川野, 2008;川野・加々美, 2010)。 図4に示す主成分元素組成では、珪長質包有物は北波多 岩体の組成変化傾向の SiO₂ 増加方向への延長上に位置し ている。同様の特徴は微量元素の変化を示した第6図で も認められ、北波多岩体の組成変化傾向の延長上に珪長 質包有物がプロットされる。これらの特徴は、珪長質包 有物が北波多岩体を形成したマグマからの分化物である ことを示している。一方、第5図では珪長質包有物の A.S.I. が北波多岩体に比して小さく、組成ギャップが認 められる。通常、堆積岩の A.S.I. は1.0よりも大きいこと から、珪長質包有物が捕獲された堆積岩の溶融によって 形成されたたものとは考えがたい。モード組成で最も斜 長石に乏しいことから(第3図)、斜長石を残したまま残 液が移動・濃集したために、みかけ上 A.S.I. が小さくなっ たものと推定される。第8図の Rb/Ba, Rb/Sr, Rb/Zr においても、珪長質包有物は北波多岩体に比して値が大 きくなっている。この場合は、珪長質包有物が斜長石に

加え黒雲母やジルコンを残して濃集したと考えれば、Rb に富み、Ba, Sr や Zr に乏しい特徴を説明できる。この 残液の濃集に関しては、今後希土類元素組成や Sr 同位体 比組成を用いてさらに検討を続ける予定である。

第7図に示したようにアプライトの化学組成は珪長質 包有物のそれと類似する。このことは、珪長質包有物と 同様に北波多岩体を形成したマグマの残液が濃集し、岩 体形成末期に岩脈状に貫入してきたものと推定される。 ただし、アプライトは珪長質包有物よりも SiO₂に富み、 K₂O や Rb 元素に富むことから、北波多岩体を構成した マグマからの分化の様式に差があったのかもしれない。

6. まとめ

佐賀県唐津市北波多地域に分布する深江花崗岩北波多 岩体から得られた21個の試料について蛍光X線分析装置 を用いた全岩化学分析を行った。北波多岩体を構成する 岩石は石英、斜長石、カリ長石、黒雲母を主体とする花 崗閃緑岩、花崗岩、トーナル岩である。 北波多岩体の全 岩化学組成は深江花崗岩主岩体から連続的な変化傾向を 示す。このことは、北波多岩体が主岩体を作ったマグマ から分化によって形成されたことを示唆している。また、 化学的な特徴から北波多岩体にみられる珪長質包有物や アプライトは、北波多岩体を形成したマグマからの残液 が濃集して形成されたものと推定される。

本論では深江花崗岩北波多岩体について岩石化学的特 徴について述べ、主岩体との関連性について議論してき た。今後、これらの花崗岩類について希土類元素分析や 同位体分析を用いた検討を進めていく予定である。

謝 辞

本研究に用いた蛍光 X 線分析装置(ZSX Primus II)は立 正大学地球環境科学部環境システム学科の実験実習費によっ て購入された教育機器である。環境システム学科関係者各位 には機器の導入および保守管理に関して日頃よりご協力いた だいている。福岡大学理学部の柚原雅樹博士には粗稿を読ん でいただき、貴重な助言をいただいた。また、佐賀大学文化 教育学部の岡島俊哉准教授(当時)、佐賀大学教育学研究科 (当時)の味志秀昭氏には野外調査に同行し、ご協力いただい た。以上の方々に謹んでお礼申し上げる。

参考文献

 Harrison, T. M., Duncan, I. and McDougall, I. (1985) Diffusion of ⁴⁰Ar in biotite: temperature, pressure, and compositional effects. *Geochim. Cosmochim.* Acta., 49, 2461-2468.
 石原舜三·唐木田芳文·佐藤興平(1979) 北九州-西中国地方 の磁鉄鉱系とチタン鉄鉱系花崗岩類の分布 -特に小倉-田 川断層帯の再評価-. 地質雑, 85, 47-50.

- 井沢英二・唐木田芳文・島田充尭・高橋正好(1990)高スト ロンチウム花崗岩類は厚い地殻の指標となるか.月刊地球, 12,435-439.
- 井沢英二・唐木田芳文・島田充尭・高橋正好(1994)北部九 州花崗岩類の化学組成の特徴.西南学院大学児童教育学論 集,20,21-54.
- Kaneoka, I. and Suzuki, M. (1970) K-Ar and fission track ages of some obsidians from Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 76, 309-313.
- Kamei, A. (2002) Petrogenesis of Cretaceous Peraluminous Granite Suites with Low Initial Sr Isotopic Ratios, Kyushu Island, Southwest Japan Arc. *Gondwana Research*, 5, 813-822.
- 唐木田芳文(1985)北九州花崗岩の地質学的分類. 日本応用 地質学会西日本支部会報, 6, 2-12.
- 唐木田芳文・早坂祥三・長谷義隆(編)(1992)日本の地質9 「九州地方」. 共立出版, 371p.
- 唐木田芳文・島田充尭・井沢英二(1983)北九州花崗岩類の 特徴.日本の花崗岩岩石区と鉱床に関する研究.科学研究 費補助金研究成果報告書(代表:津末昭生),99-112.
- 唐木田芳文・富田 達・松本達郎(1962)北九州花崗岩の2・3の問題.地質雑, 68, 373-376.
- 川野良信(2008)佐賀県唐津市北波多地域に産する深江花崗 岩.佐賀大学文化教育学部研究論文集,13,487-493.
- 川野良信(2010) 蛍光X線装置による珪酸塩岩石および堆積 物の定量化学分析. 地球環境研究, 12, 85-97.
- 川野良信・加々美寛雄 (2010) Rb-Sr 全岩アイソクロンにお けるアプライトの分散 (予報). MAGMA, 93, 1-18.
- 川野良信・柚原雅樹(2005)福岡県五ヶ山周辺に分布する花 崗岩類.佐賀大学文化教育学部研究論文集,10,143-149.
- 川野良信・柚原雅樹 (2008) 福岡県那珂川上流, 白亜紀花崗岩 類の年代学的, 同位体岩石学的研究. 地質雑, 114, 218-230.
- 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.
- 北波多村村史編纂委員会(2008)北波多村史「自然 集落誌・ 民族編」I北波多村の地理・地質,33-160.
- Kobayashi, T. (1941) The Sakawa orogenic cycle and its bearing on the Japanese Islands. J. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Sec.2, 5, 219-578.
- 小林 勇・今井 功・松井和典(1956)5万分の1地質図幅 「唐津」および同説明書.地質調査所,60p.
- 松本徰夫(1992)(3)新生界 3.4.2火山岩類 有田-武 雄-杵島地域. 唐木田芳文・早坂祥三・長谷義隆編, 日本 の地質9「九州地方」. 共立出版, 185-186.
- 松下久道(1949)九州北部に於ける古第三紀の層序学的研究. 九州大学理学部研究報告(地質学), 3, 1-57.
- 長尾 巧(1927)九州古第三紀層々序(其九~十七). 地学雑

誌, 39, 86-91, 139-154, 191-198, 356-360, 416-425, 456-467, 501-512, 592-604, 655-674.

- Nishimura, S and Mogi, T. (1986) The interpretation of discordant ages of some granitic bodies. J. Geotherm. Res. Soc. Jpn., 8, 145-164.
- 大和田正明・亀井淳志・山本耕次・小山内康人・加々美寛雄 (1999) 中・北部九州, 白亜紀花崗岩類の時空分布と起源. 地質学論集, 53, 349-363.
- 佐賀県(1954)佐賀県炭田地質図(5万分の1)および説明 書(佐賀県の地質と地下資源), 141p.
- 津末昭生・橋本広一・水田敏夫(1983)九州北部の花崗岩類 について(其の二).日本の花崗岩岩石区と鉱床に関する研

究.科学研究費補助金研究成果報告書(代表:津末昭生), 74-93.

- Tsusue, A., Mizuta, T. and Hashimoto, K. (1984) Granitic rocks in northern Kyushu. *Mining Geol.*, 34, 385-399.
- 山崎達郎(1953) 唐津炭田の層序. 地質雑, 59, 403-419.
- 山田康治郎(2010) 鉱石・岩石分析等で有効なガラスビード 法を用いた蛍光 X 線分析法. リガクジャーナル, 41, 24-32.
- 矢田 純・大和田正明(2003)佐賀県中部に分布する白亜紀 高Srトーナル岩(糸島岩体)とトロニエム岩(深江岩体) の成因関係:マグマの分化作用による検討.地質雑,109, 518-532.

Whole Rock Geochemistry of the Kitahata Body in the Fukae Granite, Saga Prefecture, Japan

KAWANO Yoshinobu*

*Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

Abstract:

Kitahata body in Fukae granite, which consists mainly of granite, trondhjemite, granodiorite and tonalite, is distributed in Kitahata district, Saga Prefecture, Japan. The body includes felsic inclusions, and is intruded by aplitic dyke. Whole rock major and trace element compositions of 21 samples were determined by X-ray fluorescence spectrometry. TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, P₂O₅, Ba, Co, Cr, Ga, Ni, Sr, V, Zn and Zr contents of the Kitahata body are negatively correlated against SiO₂ contents. The major and trace elemet compositions of the Kitahata body show a continuous change from main body in the Fukae granite. This fact shows that the Kitahata body originated from magma which made the Fukae granite main body. On the other hand, it is presumed that felsic inclusions and aplite in the Kitahata body were residual liquids of magma which made the body.

Keywords: Saga Prefecture, Kitahata body, Fukae granite, major composition, trace element composition