SURE 静岡大学学術リポジトリ Shizuoka University REpository

富士県東又谷(片貝川上流)・鍋増谷(早月川上流)の球 状片麻岩中のホルンブレンド

メタデータ	言語: jpn
	出版者:
	公開日: 2008-01-25
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 藤吉, 瞭
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00000233

富山県東又谷(片貝川上流)・鍋増谷(早月川) 上流)の球状片麻岩中のホルンブレンド

藤吉 瞭*

Hornblendes in Orbicular Gneisses at Higashimata-dani in the Upper Katakai-gawa Area and at Nabezo-dani in the Upper Hayatsuki-gawa Area, central Japan

Akira FUJIYOSHI*

Orbicules are found in biotite gneisses and amphibolites at Higashimata-dani in the upper Katakai-gawa area, and orbicules with pressure shadows and fringes at Nabezo-dani in the upper Hayatsuki-gawa area. Orbicules, pressure shadows and fringes were modified with dislocation metamorphism regionally observed in the northeastern part of the Hida metamorphic belt : modification is characterized by zoned plagioclase (An₄₂₋₃₆ core ; An₃₃₋₂₇ margin with or without albitic rim), zoned hornblende (greenish brown core and blue green margin) and replacement of hornblende with chlorite, epidote and biotite.

Forty-nine hornblendes in orbicules, pressure shadows and fringe were analysed by using an electron microprobe analyser. The Ti content of hornblendes analysed indicates that the orbicules, pressure shadows and fringe were formed under high temperature condition and modified by dislocation metamorphism of low grade amphibolite facies or greenschist-amphibolite transition facies. The Al^{VI} content of hornblendes indicates that the orbicules were formed under low pressure condition and it increases in order of greenish brown hornblende of orbicules, greenish brown ones of the pressure shadows and fringe and blue green ones, reflecting the effect of deformation.

1. はじめに

飛驒変成帯東北部の片貝川上流の東又谷と早月川 上流の鍋増谷に球状片麻岩が産出する(FUJIYOSHI, 1976;藤吉,1979).現在まで,飛驒変成帯において 球状岩は多くの地域から報告されている(木下, 1929;ISHIOKA,1953;野沢,1953,1969:諏訪ほ か,1955;太田,1958;佐藤,1964;加納,1974). しかしながら,当地域の球状岩は典型的片麻岩中に 球状部が発達していることと,pressure shadow. pressure fringe をもっていることにおいて,他の地 域からのものと異なっている.この報告の目的は, この特徴的な球状片麻岩の球状部,pressure shadow 部, pressure fringe 部の主要な有色鉱物である ホルンブレンドの化学分析をすることにより,これ らの形成条件を明らかにすることである.

1983年1月24日受理

* 静岡大学教育学部地学教室 Institute of Geosciences, School of Education, Shizuoka University, Shizuoka 422, Japan.

瞭

2. 球状岩の記載

東又谷・鍋増谷の球状片麻岩は,西部のアダメロ 岩体の貫入に関係する変形・熱水作用を伴うカリ長 石化作用で形成された眼球片麻岩帯 ーそれは,もと の片麻岩の構造をよく残したカリ長石斑状変晶圧砕 片麻岩と,もとの構造が消え,より均質な眼球片麻 岩から成る一中に産出する(図1).東又谷では図1 の×印に球状片麻岩の露頭が,その上流では基質の 細粒・中粒の球状片麻岩の転石が見出される.鍋増 谷では露頭は見出されず、×印の下流に点々と転石 として豊富に産出する.

東又谷の球状片麻岩の球状部は殻が一般に未発達 であり、基質は、細粒黒雲母片麻岩、中粒黒雲母片 麻岩、粗粒角閃岩である。鍋増谷では、発達した優 白質、優黒質の殻から成るリング状球状体が多く存 在し、基質の片麻岩は粗粒の角閃岩である。鍋増谷 の球状片麻岩のもう1つの特徴は球状部に伴って顕 著な pressure shadow* と pressure fringe* が存在 することである。ただし、pressure fringeの存在は



(3) 1 余久谷、調雷台の忠質区(この川に加点) たち, 旅台 キバ, 1976)および球状片麻岩の産出地点(×印). 1:アブライト, 2:アダメロ岩,3:眼球片麻岩,4:カリ長石斑状変晶圧砕片 麻岩,5:毛勝岳花崗岩,6:レブタイトおよびレプタイト質片 麻岩,7:石英長石質,泥質および塩基性片麻岩または片岩の互 層,8:角閃岩,9:結晶質石灰岩(大理石),10:泥質片麻岩

* Pressure shadow と pressure fringe はホルンブレンドの配列の仕方により SPRY (1969)に基づき区別した.

まれである.

球状部の優白核・殻は、斜長石から成り、球状部 の優黒核·殼, pressure shadow 部, pressure fringe 部は斜長石,ホルンブレンドまたは黒雲母から成る. 後の変形・熱水作用を伴うカリ長石化作用の影響を 受けて、これらの斜長石・ホルンブレンドは累帯構 造一斜長石(核: An42-36, 縁: An34-27, 時々最外 縁:曹長石)、ホルンブレンド(核:緑褐色、縁:青 緑色) - を示す. さらに後の作用を強く受けたもの では、An42-36 斜長石は消失し、An33-27 斜長石が普通 になり、時には石英・カリ長石が少量出現し、ホル ンブレンドは緑泥石・緑れん石・二次的雲母によっ て交代される。この後の作用は一般に球状部より pressure shadow 部の方がより激しく受けており, ホルンブレンドが緑泥石等によって交代されている ものが pressure shadow 部に多い. pressure fringe 部は後の影響をはげしく受けたものはみだされない が, fringe 部の出現がまれであるので後の影響に関 して球状部との比較は明瞭でない.

基質では、しばしば石英・カリ長石が出現し、 An₄₂₋₃₆ 斜長石はまれで普通 An₃₃₋₂₇ であり、球状部 と比べると後の作用を強く受けている。

カリ長石化作用の結果生じたカリ長石斑状変晶圧 砕片麻岩・眼球片麻岩は、それぞれ石英・カリ長石・ 斜長石 (An₂₇₋₂₄, しばしば縁 An₁₀₋₃)・雲母・ホルン ブレンド・緑泥石・緑れん石、石英・カリ長石・斜 長石 (An₂₃₋₁₇, しばしば縁 An₁₀₋₂)・緑泥石・緑れん 石・ホルンブレンドである.

3. ホルンブレンドの化学組成

東又谷の球状片麻岩の2個の球状部,鍋増谷の球 状片麻岩の1個の球状部,2個のpressure shadow 部と1個のpressure fringe部中のホルンブレンド を総計49個分析した.ホルンブレンドの分析はX線 マイクロアナライザーを用いて行った.結果は表1 に示す.

4.考察

表1に示した分析値から明らかなように、緑褐色 ホルンブレンドは TiO₂ 含有量に富み、青緑色角閃 石は TiO₂ に乏しい。BINNS (1965), RAASE (1972)



図 2 球状部(A), pressure shadow (B), pressure fringe (C) からのホルンプレンド (O = 23) の Ti 含 有量の頻度分布

によって観察されたように、角閃石の色は TiO₂ 含 有量に相関することを示している. RAASE (1974) は 角閃石の TiO₂ 含有量と変成相の間に相関関係があ ることを示した.従って、当地域の角閃石の生成条 件を知るために、角閃石の構造式の酸素数を 23 とし ての Ti 含有量頻度分布を球状部、pressure shadow 部、pressure fringe 部中のホルンブレンドについて それぞれ示した(図 2). これら 3 つの部分のホルン ブレンドの Ti 含有量はそれぞれ 0.25 付近のもの から 0.05 付近までわたっている (図 2). RAASE (1974) によると、Ti 含有量 0.20-0.25 のものはホ ルンブレンドーグラニュライト相に対応し、0.05 付 近のものは角閃岩相の低温部または角閃岩相から緑 色片岩相への転移相に対応する.

球状部のホルンブレンドに Ti 含有量 0.20-0.25 のものが存在することは,球状部の形成がグラニュ ライト相に対応する高温下で形成されたことを示す. 普通,ホルンブレンドーグラニュライト相は,斜方 輝石の存在によって特徴づけられるが,球状部およ び基質には斜方輝石も,単斜輝石も存在しない.こ のことは当地域の球状岩は高温ではあるが水に富む 環境で形成されたことを示すのだろう.また,pressure shadow 部, pressure fringe 部の中のホルンブ レンドに同じように 0.25-0.20 の Ti 含有量が存 在することは,球状岩の形成と同時または後にひき つづきホルンブレンドーグラニュライト相に対応す る高温下で変形運動が行われたことを示している.

球状部, pressure shadow 部, pressure fringe 部 中のホルンブレンドは累帯構造(核:緑褐色,縁:

Sample No.						107 O						
	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7**	8**	9*	10**	11*	12*
SiO ₂	42.20	42.22	42.70	43.10	42.29	42.79	42.00	41.71	42.56	42.37	42.73	42.31
Al ₂ O ₃	10.36	10.28	10.36	10.61	10.10	9.97	10.83	10.90	10.39	10.05	9.80	9.98
TiO ₂	1.31	1.87	1.45	2.26	2.21	2.13	1.18	1.15	2.24	1.97	2.01	2.08
FeO*	19.85	19.63	19.79	18.61	18.71	19.12	20.19	19.96	18.24	20.15	19.81	20.12
MgO	9.14	9.46	9.33	9.53	9.63	9.47	8.93	8.90	10.03	8.53	8.48	8.48
MnO	0.33	0.34	0.33	0.35	0.33	0.35	0.34	0.34	0.31	0.39	0.39	0.36
CaO	11.87	11.75	11.77	11.83	11.85	11.81	11.85	11.84	11.78	11.62	11.57	11.58
∙ Na₂O	1.32	1.23	1.40	1.27	1.46	1.46	1.35	1.34	1.54	1.41	1.46	1.50
K ₂ O	1.47	1.34	1.36	1.22	1.21	1.27	1.37	1.37	1.18	1.49	1.51	1.46
Total	97.84	98.12	98.49	98.77	97.78	98.37	98.04	97.51	98.26	97.97	97.75	97.87
Number of cations (O=23)											0.400	
Si	6.465	6.436	6.484	6.474	6.445 ⁻	6.488	6.428	6.416	6.432	6.491	6.546	6.489
	1.535	1.564	1.516	1.526	1.555	1.512	1.572	1.584	1.568	1.509	1.454	1.511
Al"	0.336	0.284	0.339	0.353	0.260	0.270	0.382	0.393	0.283	0.306	0.316	0.294
	0.151	0.214	0.166	0.255	0.253	0.243	0.136	0.133	0.255	0.227	0.232	0.240
Fe	2.543	2.503	2.513	2.338	2.385	2.424	2.584	2.568	2.305	2.582	2.538	2.581
Mg	2.087	.2.149	2.111	2.134	2.187	2.140	2.037	2.040	2.259	1.947	1.936	1.938
Mn	0.043	0.044	0.042	0.045	0.043	0.045	0.044	0.044	0.040	0.051	0.051	0.047
Ca	1.949	1.919	1.915	1.904	1.935	1.919	1.943	1.951	1.907	1.907	1.899	1.903
Na	0.392	0.364	0.412	0.370	0.431	0.429	0.401	0.400	0.451	0.419	0.434	0.446
K	0.287	0.261	0.263	0.234	0.235	0.246	0.267	0.269	0.228	0.291	0.295	0.286
	504 F						702 S					
Sample No.			504	F					702	S		
Sample No.	26*	27**	504 28**	F 29**	30**	31**	32**	33*	702 34**	S 35*	36*	37*
Sample No. SiO2	26* 42.33	27* : 41.86	504 28** 42.24	F 29** 42.10	30** 41.44	31** 41.02	32** 42.90	33* 41.54	702 34** 41.48	S 35* 41.70	36* 41.13	37* 41.70
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃	26* 42.33 10.98	27** 41.86 12.02	504 28** 42.24 11.58	F 29** 42.10 13.10	30** 41.44 12.71	31** 41.02 12.74	32 ** 42.90 11.25	33* 41.54 11.74	702 34** 41.48 11.44	S 35* 41.70 11.00	36* 41.13 10.85	37* 41.70 11.36
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂	26* 42.33 10.98 2.13	27** 41.86 12.02 1.05	504 28** 42.24 11.58 1.01	F 29** 42.10 13.10 0.52	30** 41.44 12.71 0.41	31** 41.02 12.74 0.50	32** 42.90 11.25 0.84	33* 41.54 11.74 2.06	702 34** 41.48 11.44 0.72	S 35* 41.70 11.00 1.27	36* 41.13 10.85 2.12	37* 41.70 11.36 1.92
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO*	26* 42.33 10.98 2.13 20.27	27** 41.86 12.02 1.05 20.14	504 28** 42.24 11.58 1.01 20.68	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45	30** 41.44 12.71 0.41 21.05	31** 41.02 12.74 0.50 21.96	32** 42.90 11.25 0.84 20.83	33* 41.54 11.74 2.06 19.43	702 34** 41.48 11.44 0.72 21.48	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92	36* 41.13 10.85 2.12 19.67	37* 41.70 11.36 1.92 19.30
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81	27** 41.86 12.02 1.05 20.14 7.54	504 28** 42.24 11.58 1.01 20.68 7.44	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78	30** 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22	31** 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16	33* 41.54 11.74 2.06 19.43 8.45	702 34** 41.48 11.44 0.72 21.48 7.57	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72	36* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51	37* 41.70 11.36 1.92 19.30 8.85
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39	27** 41.86 12.02 1.05 20.14 7.54 0.35	504 28** 42.24 11.58 1.01 20.68 7.44 0.37	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36	30** 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22 0.35	31** 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44	33* 41.54 11.74 2.06 19.43 8.45 0.42	702 34** 41.48 11.44 0.72 21.48 7.57 0.46	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44	36* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40	37* 41.70 11.36 1.92 19.30 8.85 0.35
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88	27** 41.86 12.02 1.05 20.14 7.54 0.35 11.90	504 28** 42.24 11.58 1.01 20.68 7.44 0.37 11.83	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66	30** 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22 0.35 11.53	31** 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05	33* 41.54 11.74 2.06 19.43 8.45 0.42 11.93	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ \end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07	36* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40 12.37	37* 41.70 11.36 1.92 19.30 8.85 0.35 11.93
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32	27** 41.86 12.02 1.05 20.14 7.54 0.35 11.90 1.02	$504 \\ 28^{**} \\ 42.24 \\ 11.58 \\ 1.01 \\ 20.68 \\ 7.44 \\ 0.37 \\ 11.83 \\ 1.10 \\ $	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51	30** 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22 0.35 11.53 1.21	31** 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83 1.18	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15	33* 41.54 11.74 2.06 19.43 8.45 0.42 11.93 1.32	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ \end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07	36* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40 12.37 1.15	37* 41.70 11.36 1.92 19.30 8.85 0.35 11.93 1.23
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O K ₂ O	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32 1.56	$\begin{array}{r} 27^{\ast\ast}\\ 41.86\\ 12.02\\ 1.05\\ 20.14\\ 7.54\\ 0.35\\ 11.90\\ 1.02\\ 1.41\end{array}$	$504 \\ 28^{**} \\ 42.24 \\ 11.58 \\ 1.01 \\ 20.68 \\ 7.44 \\ 0.37 \\ 11.83 \\ 1.10 \\ 1.46 \\ 1.46 \\ 1.46 \\ 1.0 \\ 1.46 \\ 1.0 \\ 1.0 \\ 1.46 \\ 1.0 \\ 1.0 \\ 1.0 \\ 1.46 \\ 1.0 \\ $	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51 1.40	30^{**} 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22 0.35 11.53 1.21 1.36	31** 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83 1.18 1.66	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15 1.42	$\begin{array}{r} 33^{*} \\ 41.54 \\ 11.74 \\ 2.06 \\ 19.43 \\ 8.45 \\ 0.42 \\ 11.93 \\ 1.32 \\ 1.29 \end{array}$	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ 1.37\end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07 1.52	36* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40 12.37 1.15 1.46	$\begin{array}{r} 37^* \\ 41.70 \\ 11.36 \\ 1.92 \\ 19.30 \\ 8.85 \\ 0.35 \\ 11.93 \\ 1.23 \\ 1.42 \end{array}$
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O K ₂ O Total	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32 1.56 98.66	27** 41.86 12.02 1.05 20.14 7.54 0.35 11.90 1.02 1.41 97.28	$504 \\ 28^{**} \\ 42.24 \\ 11.58 \\ 1.01 \\ 20.68 \\ 7.44 \\ 0.37 \\ 11.83 \\ 1.10 \\ 1.46 \\ 97.70 \\ 1.70 \\ 1.80 \\ 1.10 \\ 1.46 \\ 1.10 \\ 1.46 \\ 1.10 \\ 1.46 \\ 1.10 \\ 1.46 \\ 1.10 \\ $	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51 1.40 97.88	30** 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22 0.35 11.53 1.21 1.36 97.27	31** 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83 1.18 1.66 97.86	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15 1.42 99.03	33* 41.54 11.74 2.06 19.43 8.45 0.42 11.93 1.32 1.29 98.17	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ 1.37\\ 97.91\end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07 1.52 97.71	36* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40 12.37 1.15 1.46 97.66	37* 41.70 11.36 1.92 19.30 8.85 0.35 11.93 1.23 1.42 98.06
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O K ₂ O Total Number of cat	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32 1.56 98.66 ions (O	27** 41.86 12.02 1.05 20.14 7.54 0.35 11.90 1.02 1.41 97.28 =23)	$504 \\ 28^{**} \\ 42.24 \\ 11.58 \\ 1.01 \\ 20.68 \\ 7.44 \\ 0.37 \\ 11.83 \\ 1.10 \\ 1.46 \\ 97.70 \\ $	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51 1.40 97.88	30** 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22 0.35 11.53 1.21 1.36 97.27	31** 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83 1.18 1.66 97.86	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15 1.42 99.03	$\begin{array}{r} 33^{*} \\ 41.54 \\ 11.74 \\ 2.06 \\ 19.43 \\ 8.45 \\ 0.42 \\ 11.93 \\ 1.32 \\ 1.29 \\ 98.17 \end{array}$	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ 1.37\\ 97.91\\ \end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07 1.52 97.71	36* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40 12.37 1.15 1.46 97.66	$\begin{array}{r} 37^* \\ 41.70 \\ 11.36 \\ 1.92 \\ 19.30 \\ 8.85 \\ 0.35 \\ 11.93 \\ 1.23 \\ 1.42 \\ 98.06 \\ \end{array}$
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O K ₂ O Total Number of cat Si	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32 1.56 98.66 ions (O 6.439	27^{**} 41.86 12.02 1.05 20.14 7.54 0.35 11.90 1.02 1.41 97.28 =23) 6.437	$504 \\ 28^{**} \\ 42.24 \\ 11.58 \\ 1.01 \\ 20.68 \\ 7.44 \\ 0.37 \\ 11.83 \\ 1.10 \\ 1.46 \\ 97.70 \\ \hline 7.483 \\ \end{array}$	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51 1.40 97.88 6.433	30** 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22 0.35 11.53 1.21 1.36 97.27 6.396	31** 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83 1.18 1.66 97.86 6.342	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15 1.42 99.03 6.498	$\begin{array}{r} 33^{*} \\ 41.54 \\ 11.74 \\ 2.06 \\ 19.43 \\ 8.45 \\ 0.42 \\ 11.93 \\ 1.32 \\ 1.29 \\ 98.17 \\ \hline 6.326 \end{array}$	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ 1.37\\ 97.91\\ \hline 6.402 \end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07 1.52 97.71 6.434	36* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40 12.37 1.15 1.46 97.66 6.332	$\begin{array}{r} 37^* \\ 41.70 \\ 11.36 \\ 1.92 \\ 19.30 \\ 8.85 \\ 0.35 \\ 11.93 \\ 1.23 \\ 1.42 \\ 98.06 \\ \hline 6.356 \end{array}$
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O K ₂ O Total Number of cat Si Al ^w	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32 1.56 98.66 ions (O 6.439 1.561	27^{**} 41.86 12.02 1.05 20.14 7.54 0.35 11.90 1.02 1.41 97.28 =23) 6.437 1.563	504 28^{**} 42.24 11.58 1.01 20.68 7.44 0.37 11.83 1.10 1.46 97.70 7.483 1.517	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51 1.40 97.88 6.433 1.567	30** 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22 0.35 11.53 1.21 1.36 97.27 6.396 1.604	31^{**} 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83 1.18 1.66 97.86 6.342 1.658	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15 1.42 99.03 6.498 1.502	33* 41.54 11.74 2.06 19.43 8.45 0.42 11.93 1.32 1.29 98.17 6.326 1.674	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ 1.37\\ 97.91\\ \hline \\ 6.402\\ 1.598 \end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07 1.52 97.71 6.434 1.566	36* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40 12.37 1.15 1.46 97.66 6.332 1.668	37* 41.70 11.36 1.92 19.30 8.85 0.35 11.93 1.23 1.42 98.06 6.356 1.644
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O K ₂ O Total Number of cat Si Al ^w Al ⁿ	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32 1.56 98.66 ions (O 6.439 1.561 0.408	$\begin{array}{r} 27^{**} \\ 41.86 \\ 12.02 \\ 1.05 \\ 20.14 \\ 7.54 \\ 0.35 \\ 11.90 \\ 1.02 \\ 1.41 \\ 97.28 \\ = 23) \\ 6.437 \\ 1.563 \\ 0.616 \end{array}$	504 28^{**} 42.24 11.58 1.01 20.68 7.44 0.37 11.83 1.10 1.46 97.70 7.483 1.517 0.578	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51 1.40 97.88 6.433 1.567 0.793	30** 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22 0.35 11.53 1.21 1.36 97.27 6.396 1.604 0.709	$\begin{array}{r} 31^{**} \\ 41.02 \\ 12.74 \\ 0.50 \\ 21.96 \\ 6.67 \\ 0.31 \\ 11.83 \\ 1.18 \\ 1.66 \\ 97.86 \\ \hline \\ 6.342 \\ 1.658 \\ 0.664 \\ \end{array}$	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15 1.42 99.03 6.498 1.502 0.507	33* 41.54 11.74 2.06 19.43 8.45 0.42 11.93 1.32 1.29 98.17 6.326 1.674 0.434	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ 1.37\\ 97.91\\ \hline \\ 6.402\\ 1.598\\ 0.484\\ \end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07 1.52 97.71 6.434 1.566 0.435	36* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40 12.37 1.15 1.46 97.66 6.332 1.668 0.301	37* 41.70 11.36 1.92 19.30 8.85 0.35 11.93 1.23 1.42 98.06 6.356 1.644 0.397
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O K ₂ O Total Number of cat Si Al ^w Al ^w	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32 1.56 98.66 ions (O 6.439 1.561 0.408 0.244	$\begin{array}{r} 27^{**} \\ 41.86 \\ 12.02 \\ 1.05 \\ 20.14 \\ 7.54 \\ 0.35 \\ 11.90 \\ 1.02 \\ 1.41 \\ 97.28 \\ = 23) \\ 6.437 \\ 1.563 \\ 0.616 \\ 0.121 \\ \end{array}$	504 28^{**} 42.24 11.58 1.01 20.68 7.44 0.37 11.83 1.10 1.46 97.70 7.483 1.517 0.578 0.117	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51 1.40 97.88 6.433 1.567 0.793 0.060	30** 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22 0.35 11.53 1.21 1.36 97.27 6.396 1.604 0.709 0.048	31^{**} 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83 1.18 1.66 97.86 6.342 1.658 0.664 0.058	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15 1.42 99.03 6.498 1.502 0.507 0.096	$\begin{array}{r} 33^{*} \\ 41.54 \\ 11.74 \\ 2.06 \\ 19.43 \\ 8.45 \\ 0.42 \\ 11.93 \\ 1.32 \\ 1.29 \\ 98.17 \\ \hline 6.326 \\ 1.674 \\ 0.434 \\ 0.236 \\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ 1.37\\ 97.91\\ \hline 6.402\\ 1.598\\ 0.484\\ 0.084\\ \end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07 1.52 97.71 6.434 1.566 0.435 0.147 0.147	$\begin{array}{r} 36^{*} \\ 41.13 \\ 10.85 \\ 2.12 \\ 19.67 \\ 8.51 \\ 0.40 \\ 12.37 \\ 1.15 \\ 1.46 \\ 97.66 \\ \hline \\ 6.332 \\ 1.668 \\ 0.301 \\ 0.245 \\ \hline \end{array}$	37* 41.70 11.36 1.92 19.30 8.85 0.35 11.93 1.23 1.42 98.06 6.356 1.644 0.397 0.220
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O K ₂ O Total Number of cat Si Al ⁿ Ti Fe	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32 1.56 98.66 ions (O 6.439 1.561 0.408 0.244 2.579	$\begin{array}{r} 27^{**} \\ 41.86 \\ 12.02 \\ 1.05 \\ 20.14 \\ 7.54 \\ 0.35 \\ 11.90 \\ 1.02 \\ 1.41 \\ 97.28 \\ = 23) \\ 6.437 \\ 1.563 \\ 0.616 \\ 0.121 \\ 2.590 \\ \end{array}$	504 28^{**} 42.24 11.58 1.01 20.68 7.44 0.37 11.83 1.10 1.46 97.70 7.483 1.517 0.578 0.117 2.655	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51 1.40 97.88 6.433 1.567 0.793 0.060 2.614	30** 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22 0.35 11.53 1.21 1.36 97.27 6.396 1.604 0.709 0.048 2.717	31^{**} 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83 1.18 1.66 97.86 6.342 1.658 0.664 0.058 2.839	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15 1.42 99.03 6.498 1.502 0.507 0.096 2.639	$\begin{array}{r} 33^* \\ 41.54 \\ 11.74 \\ 2.06 \\ 19.43 \\ 8.45 \\ 0.42 \\ 11.93 \\ 1.32 \\ 1.29 \\ 98.17 \\ \hline 6.326 \\ 1.674 \\ 0.434 \\ 0.236 \\ 2.475 \\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ 1.37\\ 97.91\\ \hline 6.402\\ 1.598\\ 0.484\\ 0.084\\ 2.773\\ \end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07 1.52 97.71 6.434 1.566 0.435 0.147 2.699	36* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40 12.37 1.15 1.46 97.66 6.332 1.668 0.301 0.245 2.532	$\begin{array}{r} 37^* \\ 41.70 \\ 11.36 \\ 1.92 \\ 19.30 \\ 8.85 \\ 0.35 \\ 11.93 \\ 1.23 \\ 1.42 \\ 98.06 \\ \hline \\ 6.356 \\ 1.644 \\ 0.397 \\ 0.220 \\ 2.460 \\ \hline \end{array}$
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O K ₂ O Total Number of cat Si Al ^w Al ^w Al ^w Al ^w	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32 1.56 98.66 ions (O 6.439 1.561 0.408 0.244 2.579 1.770	$\begin{array}{r} 27^{**} \\ 41.86 \\ 12.02 \\ 1.05 \\ 20.14 \\ 7.54 \\ 0.35 \\ 11.90 \\ 1.02 \\ 1.41 \\ 97.28 \\ = 23) \\ 6.437 \\ 1.563 \\ 0.616 \\ 0.121 \\ 2.590 \\ 1.728 \end{array}$	$\begin{array}{r} 504\\ 28^{**}\\ 42.24\\ 11.58\\ 1.01\\ 20.68\\ 7.44\\ 0.37\\ 11.83\\ 1.10\\ 1.46\\ 97.70\\ \hline 7.483\\ 1.517\\ 0.578\\ 0.117\\ 2.655\\ 1.702\\ \end{array}$	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51 1.40 97.88 6.433 1.567 0.793 0.060 2.614 1.544	$\begin{array}{r} 30^{**} \\ 41.44 \\ 12.71 \\ 0.41 \\ 21.05 \\ 7.22 \\ 0.35 \\ 11.53 \\ 1.21 \\ 1.36 \\ 97.27 \\ \hline \\ 6.396 \\ 1.604 \\ 0.709 \\ 0.048 \\ 2.717 \\ 1.661 \\ \hline \end{array}$	31^{**} 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83 1.18 1.66 97.86 6.342 1.658 0.664 0.058 2.839 1.537	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15 1.42 99.03 6.498 1.502 0.507 0.096 2.639 1.842	33* 41.54 11.74 2.06 19.43 8.45 0.42 11.93 1.32 1.29 98.17 6.326 1.674 0.434 0.236 2.475 1.918	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ 1.37\\ 97.91\\ \hline 6.402\\ 1.598\\ 0.484\\ 0.084\\ 2.773\\ 1.741\\ 1.741\\ \end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07 1.52 97.71 6.434 1.566 0.435 0.147 2.699 1.755	36^* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40 12.37 1.15 1.46 97.66 6.332 1.668 0.301 0.245 2.532 1.952	37* 41.70 11.36 1.92 19.30 8.85 0.35 11.93 1.23 1.42 98.06 6.356 1.644 0.397 0.220 2.460 2.011
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O K ₂ O Total Number of cat Si Al ^w Al ⁿ Ti Fe Mg Mn	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32 1.56 98.66 ions (O 6.439 1.561 0.408 0.244 2.579 1.770 0.050	$\begin{array}{r} 27^{**} \\ 41.86 \\ 12.02 \\ 1.05 \\ 20.14 \\ 7.54 \\ 0.35 \\ 11.90 \\ 1.02 \\ 1.41 \\ 97.28 \\ = 23) \\ 6.437 \\ 1.563 \\ 0.616 \\ 0.121 \\ 2.590 \\ 1.728 \\ 0.046 \\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 504\\ 28^{**}\\ 42.24\\ 11.58\\ 1.01\\ 20.68\\ 7.44\\ 0.37\\ 11.83\\ 1.10\\ 1.46\\ 97.70\\ \hline 7.483\\ 1.517\\ 0.578\\ 0.117\\ 2.655\\ 1.702\\ 0.048\\ \end{array}$	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51 1.40 97.88 6.433 1.567 0.793 0.060 2.614 1.544 0.047	30** 41.44 12.71 0.41 21.05 7.22 0.35 11.53 1.21 1.36 97.27 6.396 1.604 0.709 0.048 2.717 1.661 0.046	31^{**} 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83 1.18 1.66 97.86 6.342 1.658 0.664 0.058 2.839 1.537 0.041	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15 1.42 99.03 6.498 1.502 0.507 0.096 2.639 1.842 0.056	33* 41.54 11.74 2.06 19.43 8.45 0.42 11.93 1.32 1.29 98.17 6.326 1.674 0.434 0.236 2.475 1.918 0.054	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ 1.37\\ 97.91\\ \hline \\ 6.402\\ 1.598\\ 0.484\\ 0.084\\ 2.773\\ 1.741\\ 0.060\\ \hline \end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07 1.52 97.71 6.434 1.566 0.435 0.147 2.699 1.755 0.058	36^* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40 12.37 1.15 1.46 97.66 6.332 1.668 0.301 0.245 2.532 1.952 0.052	37* 41.70 11.36 1.92 19.30 8.85 0.35 11.93 1.23 1.42 98.06 6.356 1.644 0.397 0.220 2.460 2.011 0.045
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O K ₂ O Total Number of cat Si Al ^w Al ^m Ti Fe Mg Mn Ca	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32 1.56 98.66 ions (O 6.439 1.561 0.408 0.244 2.579 1.770 0.050 1.936	$\begin{array}{r} 27^{**} \\ 41.86 \\ 12.02 \\ 1.05 \\ 20.14 \\ 7.54 \\ 0.35 \\ 11.90 \\ 1.02 \\ 1.41 \\ 97.28 \\ = 23) \\ 6.437 \\ 1.563 \\ 0.616 \\ 0.121 \\ 2.590 \\ 1.728 \\ 0.046 \\ 1.961 \\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 504\\ \hline 28^{**}\\ 42.24\\ 11.58\\ 1.01\\ 20.68\\ 7.44\\ 0.37\\ 11.83\\ 1.10\\ 1.46\\ 97.70\\ \hline 7.483\\ 1.517\\ 0.578\\ 0.117\\ 2.655\\ 1.702\\ 0.048\\ 1.946\\ \end{array}$	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51 1.40 97.88 6.433 1.567 0.793 0.060 2.614 1.544 0.047 1.909	$\begin{array}{r} 30^{**} \\ 41.44 \\ 12.71 \\ 0.41 \\ 21.05 \\ 7.22 \\ 0.35 \\ 11.53 \\ 1.21 \\ 1.36 \\ 97.27 \\ \hline \\ 6.396 \\ 1.604 \\ 0.709 \\ 0.048 \\ 2.717 \\ 1.661 \\ 0.046 \\ 1.907 \\ \end{array}$	31^{**} 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83 1.18 1.66 97.86 6.342 1.658 0.664 0.058 2.839 1.537 0.041 1.960	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15 1.42 99.03 6.498 1.502 0.507 0.096 2.639 1.842 0.056 1.956	$\begin{array}{r} 33^* \\ 41.54 \\ 11.74 \\ 2.06 \\ 19.43 \\ 8.45 \\ 0.42 \\ 11.93 \\ 1.32 \\ 1.29 \\ 98.17 \\ \hline \\ 6.326 \\ 1.674 \\ 0.434 \\ 0.236 \\ 2.475 \\ 1.918 \\ 0.054 \\ 1.947 \\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ 1.37\\ 97.91\\ \hline \\ 6.402\\ 1.598\\ 0.484\\ 0.084\\ 2.773\\ 1.741\\ 0.060\\ 2.029\\ \end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07 1.52 97.71 6.434 1.566 0.435 0.147 2.699 1.755 0.058 1.995	36^* 41.13 10.85 2.12 19.67 8.51 0.40 12.37 1.15 1.46 97.66 6.332 1.668 0.301 0.245 2.532 1.952 0.052 2.040	$\begin{array}{r} 37^* \\ 41.70 \\ 11.36 \\ 1.92 \\ 19.30 \\ 8.85 \\ 0.35 \\ 11.93 \\ 1.23 \\ 1.42 \\ 98.06 \\ \hline \\ 6.356 \\ 1.644 \\ 0.397 \\ 0.220 \\ 2.460 \\ 2.011 \\ 0.045 \\ 1.949 \\ \end{array}$
Sample No. SiO ₂ Al ₂ O ₃ TiO ₂ FeO* MgO MnO CaO Na ₂ O K ₂ O Total Number of cat Si Al ^w Al ^m Ti Fe Mg Mn Ca Na Na	26* 42.33 10.98 2.13 20.27 7.81 0.39 11.88 1.32 1.56 98.66 ions (O 6.439 1.561 0.408 0.244 2.579 1.770 0.050 1.936 0.389	$\begin{array}{r} 27^{**} \\ 41.86 \\ 12.02 \\ 1.05 \\ 20.14 \\ 7.54 \\ 0.35 \\ 11.90 \\ 1.02 \\ 1.41 \\ 97.28 \\ = 23) \\ 6.437 \\ 1.563 \\ 0.616 \\ 0.121 \\ 2.590 \\ 1.728 \\ 0.046 \\ 1.961 \\ 0.304 \\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 504\\ \hline 28^{**}\\ 42.24\\ 11.58\\ 1.01\\ 20.68\\ 7.44\\ 0.37\\ 11.83\\ 1.10\\ 1.46\\ 97.70\\ \hline 7.483\\ 1.517\\ 0.578\\ 0.117\\ 2.655\\ 1.702\\ 0.048\\ 1.946\\ 0.327\\ \end{array}$	F 29** 42.10 13.10 0.52 20.45 6.78 0.36 11.66 1.51 1.40 97.88 6.433 1.567 0.793 0.060 2.614 1.544 0.047 1.909 0.447	$\begin{array}{r} 30^{**} \\ 41.44 \\ 12.71 \\ 0.41 \\ 21.05 \\ 7.22 \\ 0.35 \\ 11.53 \\ 1.21 \\ 1.36 \\ 97.27 \\ \hline \\ 6.396 \\ 1.604 \\ 0.709 \\ 0.048 \\ 2.717 \\ 1.661 \\ 0.046 \\ 1.907 \\ 0.362 \\ \end{array}$	31^{**} 41.02 12.74 0.50 21.96 6.67 0.31 11.83 1.18 1.66 97.86 6.342 1.658 0.664 0.058 2.839 1.537 0.041 1.960 0.354	32** 42.90 11.25 0.84 20.83 8.16 0.44 12.05 1.15 1.42 99.03 6.498 1.502 0.507 0.096 2.639 1.842 0.056 1.956 0.388	$\begin{array}{r} 33^* \\ 41.54 \\ 11.74 \\ 2.06 \\ 19.43 \\ 8.45 \\ 0.42 \\ 11.93 \\ 1.32 \\ 1.29 \\ 98.17 \\ \hline \\ 6.326 \\ 1.674 \\ 0.236 \\ 2.475 \\ 1.918 \\ 0.054 \\ 1.947 \\ 0.390 \\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 702\\ 34^{**}\\ 41.48\\ 11.44\\ 0.72\\ 21.48\\ 7.57\\ 0.46\\ 12.27\\ 1.13\\ 1.37\\ 97.91\\ \hline \\ 6.402\\ 1.598\\ 0.484\\ 0.084\\ 2.773\\ 1.741\\ 0.060\\ 2.029\\ 0.338\\ \end{array}$	S 35* 41.70 11.00 1.27 20.92 7.72 0.44 12.07 1.07 1.52 97.71 6.434 1.566 0.435 0.147 2.699 1.755 0.058 1.995 0.320	$\begin{array}{r} 36^* \\ 41.13 \\ 10.85 \\ 2.12 \\ 19.67 \\ 8.51 \\ 0.40 \\ 12.37 \\ 1.15 \\ 1.46 \\ 97.66 \\ \hline \\ 6.332 \\ 1.668 \\ 0.301 \\ 0.245 \\ 2.532 \\ 1.952 \\ 0.052 \\ 2.040 \\ 0.343 \\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 37^* \\ 41.70 \\ 11.36 \\ 1.92 \\ 19.30 \\ 8.85 \\ 0.35 \\ 11.93 \\ 1.23 \\ 1.42 \\ 98.06 \\ \hline \\ 6.356 \\ 1.644 \\ 0.397 \\ 0.220 \\ 2.460 \\ 2.011 \\ 0.045 \\ 1.949 \\ 0.364 \\ \end{array}$

表1 ホルンブレンドの EPMA 分析値

107 0,103 0:東又谷の球状片麻岩からの球状部.

701 O: 鍋増谷の球状片麻岩からの球状部. 701 S, 702 S: 鍋増谷の球状片麻岩からの pressure shadow 部.

504 F: 鍋増谷の球状片麻岩からの pressure fringe 部.

* 緑褐色ホルンブレンド, ** 青緑色ホルンブレンド. FeO*: 全 Fe 量を FeO として計算した.

				70	10						504 F	
13*	14*	15*	16*	17*	18**	19**	20**	21**	22**	23*	24*	25*
42.25	40.63	41.21	41.58	41.38	41.66	41.21	40.27	39.87	40.48	42.36	42.36	42.29
10.14	11.39	11.46	11.33	11.33	12.14	15.09	12.99	13.22	12.83	10.72	10.90	11.21
1.99	2.19	2.17	2.03	2.13	1.03	0.31	1.15	0.99	1.17	1.51	1.72	1.67
19.63	20.59	2.30	20.37	20.30	21.46	20.56	21.68	22.55	21.86	20.10	20.26	20.77
8.50	8.15	8.55	8.54	8.58	7.71	6.85	7.57	7.41	7.70	7.90	7.65	7.46
0.39	0.28	0.28	0.27	0.22	0.42	0.37	0.35	0.28	0.31	0.32	0.37	0.41
11.61	11.73	11.83	11.81	11.73	12.00	11.78	11.81	11.77	11.79	11.94	11.66	12.29
1.31	1.28	1.44	1.29	1.27	0.95	1.32	1.40	1.25	1.23	1.43	1.26	1.29
1.47	1.46	1.59	1.53	1.49	1.20	0.61	1.70	1.75	1.68	1.44	1.53	1.59
97.28	97.72	98.83	98.75	98.42	98.57	98.10	98.91	99.09	99.04	97.71	97.70	98.98
6 501	6.260	6 977	6 220	6 215	6 250	6 959	6 172	6 196	6 102	6 400	6 409	6 424
1 400	0.209	0.277	0.320	0.313	0.309	0.200	0.173	0.120	0.195	0.499	0.490	0.434
0.240	0.241	1.732	0.261	1.000	1.041	1.747	0.520	1.074	1.607	1.501	1.002	1.500
0.340	0.341	0.320	0.301	0.334	0.044	0.952	0.520	0.521	0.307	0.430	0.400	0.445
2 526	2 657	2 586	2 593	0.244 2 501	2 740	2 609	0.155 2 770	2 808	2 797	2 570	2 500	2643
1 949	1 874	2.000	1 937	1 952	1 754	1 549	1 729	2.090	1 756	1.806	2.399	2.043
0.051	0.037	0.036	0.035	0.028	0.054	0.048	0.045	0.036	0.040	0.042	0.048	0.053
1 914	1 943	1 931	1 926	1 918	1 963	1 915	1 940	1 938	1 933	1.963	1 917	2.003
0.391	0.383	0.425	0.381	0.376	0.281	0.388	0.416	0.372	0.365	0.425	0.375	0.381
0.289	0.287	0.309	0.297	0.290	0.234	0.118	0.332	0.343	0.328	0.282	0.299	0.309
					0.201	0.110			0.020			
		702 S		10*	10**			<u>701 S</u>	*			
38*	39*	4417	<i>1</i> 1↑	A+) *	12**	A A **	157	16+	477 7	4/18		
		40	41	42	40		40	40	47		49**	
42.86	42.52	40	41.94	42.04	42.91	43.00	45 41.79	40.90	41.17	$\frac{48^{+}}{42.13}$	49++ 41.35	
42.86 10.73	42.52 10.06	40 42.81 11.18	41.94 11.11	42.04 11.19	42.91 12.31	43.00 12.20	45 41.79 11.85	40.90 12.01	41.17 11.66	$\frac{48^{-4}}{42.13}$ 11.57	49** 41.35 12.31	
42.86 10.73 1.96	42.52 10.06 2.24	40 42.81 11.18 1.98	41.94 11.11 1.87	42.04 11.19 1.83	42.91 12.31 0.30	43.00 12.20 0.47	41.79 11.85 2.04	40.90 12.01 2.03	41.17 11.66 2.04	$ 48^{*} 42.13 11.57 1.97 $	49 ⁻⁺ 41.35 12.31 0.57	
42.86 10.73 1.96 18.81	42.52 10.06 2.24 18.73	40 42.81 11.18 1.98 18.62	41.94 11.11 1.87 20.23	42.04 11.19 1.83 20.04	42.91 12.31 0.30 20.80	43.00 12.20 0.47 20.54	41.79 11.85 2.04 19.53	40.90 12.01 2.03 19.73	41.17 11.66 2.04 19.64	48* 42.13 11.57 1.97 19.63	49** 41.35 12.31 0.57 21.35	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91	42.52 10.06 2.24 18.73 9.05	40 42.81 11.18 1.98 18.62 8.82	41.94 11.11 1.87 20.23 8.10	42.04 11.19 1.83 20.04 8.30	42.91 12.31 0.30 20.80 8.15	43.00 12.20 0.47 20.54 8.69	43 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96	40.90 12.01 2.03 19.73 8.41	47 41.17 11.66 2.04 19.64 8.54	48 ⁻ 42.13 11.57 1.97 19.63 9.00	49 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33	42.52 10.06 2.24 18.73 9.05 0.34	40 42.81 11.18 1.98 18.62 8.82 0.34	41.94 11.11 1.87 20.23 8.10 0.44	42.04 11.19 1.83 20.04 8.30 0.40	42.91 12.31 0.30 20.80 8.15 0.43	$\begin{array}{r} 44\\ 43.00\\ 12.20\\ 0.47\\ 20.54\\ 8.69\\ 0.44\end{array}$	43 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33	40.90 12.01 2.03 19.73 8.41 0.37	47 41.17 11.66 2.04 19.64 8.54 0.30	48 ⁻ 42.13 11.57 1.97 19.63 9.00 0.35	49 ⁻⁴ 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33 11.92	42.52 10.06 2.24 18.73 9.05 0.34 11.95	40 42.81 11.18 1.98 18.62 8.82 0.34 11.93	41.94 11.11 1.87 20.23 8.10 0.44 11.93	$\begin{array}{r} 42\\ 42.04\\ 11.19\\ 1.83\\ 20.04\\ 8.30\\ 0.40\\ 11.90\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 42.91 \\ 12.31 \\ 0.30 \\ 20.80 \\ 8.15 \\ 0.43 \\ 11.90 \end{array}$	$\begin{array}{r} 43.00\\12.20\\0.47\\20.54\\8.69\\0.44\\11.98\end{array}$	41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33 11.70	40.90 12.01 2.03 19.73 8.41 0.37 11.70	$\begin{array}{r} 47\\ 41.17\\ 11.66\\ 2.04\\ 19.64\\ 8.54\\ 0.30\\ 11.61\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 48^{*} \\ 42.13 \\ 11.57 \\ 1.97 \\ 19.63 \\ 9.00 \\ 0.35 \\ 11.89 \end{array}$	49 ⁻⁴ 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39 11.87	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33 11.92 1.27	42.52 10.06 2.24 18.73 9.05 0.34 11.95 1.40	40 42.81 11.18 1.98 18.62 8.82 0.34 11.93 1.41	41.94 11.11 1.87 20.23 8.10 0.44 11.93 1.03	$\begin{array}{r} 42\\ 42.04\\ 11.19\\ 1.83\\ 20.04\\ 8.30\\ 0.40\\ 11.90\\ 1.03\\ 1.51\end{array}$	42.91 12.31 0.30 20.80 8.15 0.43 11.90 1.01	$\begin{array}{r} 44\\ 43.00\\ 12.20\\ 0.47\\ 20.54\\ 8.69\\ 0.44\\ 11.98\\ 1.28\\ 1.28\\ 1.28\end{array}$	43 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33 11.70 1.48	40.90 12.01 2.03 19.73 8.41 0.37 11.70 1.35	$\begin{array}{r} 47\\ 41.17\\ 11.66\\ 2.04\\ 19.64\\ 8.54\\ 0.30\\ 11.61\\ 1.54\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 48^{*} \\ 42.13 \\ 11.57 \\ 1.97 \\ 19.63 \\ 9.00 \\ 0.35 \\ 11.89 \\ 1.26 \\ 1.26 \end{array}$	49 ²² 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39 11.87 1.00	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33 11.92 1.27 1.32	$\begin{array}{c} 42.52\\ 10.06\\ 2.24\\ 18.73\\ 9.05\\ 0.34\\ 11.95\\ 1.40\\ 1.16\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 40\\ 42.81\\ 11.18\\ 1.98\\ 18.62\\ 8.82\\ 0.34\\ 11.93\\ 1.41\\ 1.14\\ \end{array}$	41.94 11.11 1.87 20.23 8.10 0.44 11.93 1.03 1.50	$\begin{array}{r} 42\\ 42.04\\ 11.19\\ 1.83\\ 20.04\\ 8.30\\ 0.40\\ 11.90\\ 1.03\\ 1.51\\ \end{array}$	42.91 12.31 0.30 20.80 8.15 0.43 11.90 1.01 1.23	43.00 12.20 0.47 20.54 8.69 0.44 11.98 1.28 1.09	$\begin{array}{r} 43\\ 41.79\\ 11.85\\ 2.04\\ 19.53\\ 8.96\\ 0.33\\ 11.70\\ 1.48\\ 1.32\\ \end{array}$	40.90 12.01 2.03 19.73 8.41 0.37 11.70 1.35 1.55	$\begin{array}{r} 47\\ 41.17\\ 11.66\\ 2.04\\ 19.64\\ 8.54\\ 0.30\\ 11.61\\ 1.54\\ 1.47\end{array}$	$\begin{array}{r} 48^{*} \\ 42.13 \\ 11.57 \\ 1.97 \\ 19.63 \\ 9.00 \\ 0.35 \\ 11.89 \\ 1.26 \\ 1.27 \\ \end{array}$	49 ²² 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39 11.87 1.00 1.33	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33 11.92 1.27 1.32 98.10	42.52 10.06 2.24 18.73 9.05 0.34 11.95 1.40 1.16 97.44	$\begin{array}{r} 40\\ 42.81\\ 11.18\\ 1.98\\ 18.62\\ 8.82\\ 0.34\\ 11.93\\ 1.41\\ 1.14\\ 98.23\\ \end{array}$	41.94 11.11 1.87 20.23 8.10 0.44 11.93 1.03 1.50 98.14	$\begin{array}{r} 42\\ 42.04\\ 11.19\\ 1.83\\ 20.04\\ 8.30\\ 0.40\\ 11.90\\ 1.03\\ 1.51\\ 98.24 \end{array}$	42.91 12.31 0.30 20.80 8.15 0.43 11.90 1.01 1.23 99.07	$\begin{array}{r} 44\\ 43.00\\ 12.20\\ 0.47\\ 20.54\\ 8.69\\ 0.44\\ 11.98\\ 1.28\\ 1.09\\ 99.68\end{array}$	43 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33 11.70 1.48 1.32 98.99	$\begin{array}{r} 40\\ 40.90\\ 12.01\\ 2.03\\ 19.73\\ 8.41\\ 0.37\\ 11.70\\ 1.35\\ 1.55\\ 98.04 \end{array}$	$\begin{array}{r} 47\\ 41.17\\ 11.66\\ 2.04\\ 19.64\\ 8.54\\ 0.30\\ 11.61\\ 1.54\\ 1.47\\ 97.97\end{array}$	$\begin{array}{r} 48^{2} \\ 42.13 \\ 11.57 \\ 1.97 \\ 19.63 \\ 9.00 \\ 0.35 \\ 11.89 \\ 1.26 \\ 1.27 \\ 99.06 \end{array}$	49 ⁻¹ 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39 11.87 1.00 1.33 98.13	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33 11.92 1.27 1.32 98.10	42.52 10.06 2.24 18.73 9.05 0.34 11.95 1.40 1.16 97.44	40 42.81 11.18 1.98 18.62 8.82 0.34 11.93 1.41 1.14 98.23	41.94 11.11 1.87 20.23 8.10 0.44 11.93 1.03 1.50 98.14	42 42.04 11.19 1.83 20.04 8.30 0.40 11.90 1.03 1.51 98.24	42.91 12.31 0.30 20.80 8.15 0.43 11.90 1.01 1.23 99.07	43.00 12.20 0.47 20.54 8.69 0.44 11.98 1.28 1.09 99.68	45 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33 11.70 1.48 1.32 98.99	40.90 12.01 2.03 19.73 8.41 0.37 11.70 1.35 1.55 98.04	47 41.17 11.66 2.04 19.64 8.54 0.30 11.61 1.54 1.47 97.97	48 ⁻ 42.13 11.57 1.97 19.63 9.00 0.35 11.89 1.26 1.27 99.06	49 ¹¹ 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39 11.87 1.00 1.33 98.13	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33 11.92 1.27 1.32 98.10	$\begin{array}{c} 42.52\\ 10.06\\ 2.24\\ 18.73\\ 9.05\\ 0.34\\ 11.95\\ 1.40\\ 1.16\\ 97.44\\ \hline 6.496\\ 1.504\\ \end{array}$	40 42.81 11.18 1.98 18.62 8.82 0.34 11.93 1.41 1.14 98.23 6.467 1.522	41.94 11.11 1.87 20.23 8.10 0.44 11.93 1.03 1.50 98.14 6.412 1.598	42 42.04 11.19 1.83 20.04 8.30 0.40 11.90 1.03 1.51 98.24 6.412 1.598	$\begin{array}{r} 43\\ 42.91\\ 12.31\\ 0.30\\ 20.80\\ 8.15\\ 0.43\\ 11.90\\ 1.01\\ 1.23\\ 99.07\\ \hline 6.471\\ 1.520\\ \end{array}$	43.00 12.20 0.47 20.54 8.69 0.44 11.98 1.28 1.09 99.68	45 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33 11.70 1.48 1.32 98.99 6.308 1.602	40.90 12.01 2.03 19.73 8.41 0.37 11.70 1.35 1.55 98.04 6.260 1.740	47 41.17 11.66 2.04 19.64 8.54 0.30 11.61 1.54 1.47 97.97 6.300 1.700	48 ⁻ 42.13 11.57 1.97 19.63 9.00 0.35 11.89 1.26 1.27 99.06 6.351	49 ⁴⁴ 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39 11.87 1.00 1.33 98.13 6.344	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33 11.92 1.27 1.32 98.10 6.495 1.505 0.412	$\begin{array}{c} 42.52\\ 10.06\\ 2.24\\ 18.73\\ 9.05\\ 0.34\\ 11.95\\ 1.40\\ 1.16\\ 97.44\\ \hline 6.496\\ 1.504\\ 0.308\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 40\\ 42.81\\ 11.18\\ 1.98\\ 18.62\\ 8.82\\ 0.34\\ 11.93\\ 1.41\\ 1.14\\ 98.23\\ \hline 6.467\\ 1.533\\ 0.458\end{array}$	41.94 11.11 1.87 20.23 8.10 0.44 11.93 1.03 1.50 98.14 6.412 1.588 0.414	$\begin{array}{r} 42\\ 42.04\\ 11.19\\ 1.83\\ 20.04\\ 8.30\\ 0.40\\ 11.90\\ 1.03\\ 1.51\\ 98.24\\ \hline 6.412\\ 1.588\\ 0.424 \end{array}$	43 42.91 12.31 0.30 20.80 8.15 0.43 11.90 1.01 1.23 99.07 6.471 1.529 0.659	$\begin{array}{r} 44\\ 43.00\\ 12.20\\ 0.47\\ 20.54\\ 8.69\\ 0.44\\ 11.98\\ 1.28\\ 1.09\\ 99.68\\ \hline 6.441\\ 1.559\\ 0.595\\ \end{array}$	43 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33 11.70 1.48 1.32 98.99 6.308 1.692 0.417	40.90 12.01 2.03 19.73 8.41 0.37 11.70 1.35 1.55 98.04 6.260 1.740 0.427	47 41.17 11.66 2.04 19.64 8.54 0.30 11.61 1.54 1.47 97.97 6.300 1.700 0.403	48 42.13 11.57 1.97 19.63 9.00 0.35 11.89 1.26 1.27 99.06 6.351 1.649 0.372	49 ⁻⁴ 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39 11.87 1.00 1.33 98.13 6.344 1.656 0.571	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33 11.92 1.27 1.32 98.10 6.495 1.505 0.412 0.223	$\begin{array}{c} 42.52\\ 10.06\\ 2.24\\ 18.73\\ 9.05\\ 0.34\\ 11.95\\ 1.40\\ 1.16\\ 97.44\\ \hline 6.496\\ 1.504\\ 0.308\\ 0.257\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 40\\ 42.81\\ 11.18\\ 1.98\\ 18.62\\ 8.82\\ 0.34\\ 11.93\\ 1.41\\ 1.14\\ 98.23\\ \hline 6.467\\ 1.533\\ 0.458\\ 0.225\\ \end{array}$	41.94 11.11 1.87 20.23 8.10 0.44 11.93 1.03 1.50 98.14 6.412 1.588 0.414 0.215	$\begin{array}{r} 42\\ 42.04\\ 11.19\\ 1.83\\ 20.04\\ 8.30\\ 0.40\\ 11.90\\ 1.03\\ 1.51\\ 98.24\\ \hline 6.412\\ 1.588\\ 0.424\\ 0.210\\ \end{array}$	42.91 12.31 0.30 20.80 8.15 0.43 11.90 1.01 1.23 99.07 6.471 1.529 0.659 0.034	43.00 12.20 0.47 20.54 8.69 0.44 11.98 1.28 1.09 99.68 6.441 1.559 0.595 0.053	43 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33 11.70 1.48 1.32 98.99 6.308 1.692 0.417 0.232	40.90 12.01 2.03 19.73 8.41 0.37 11.70 1.35 1.55 98.04 6.260 1.740 0.427 0.234	$\begin{array}{r} 47\\ 41.17\\ 11.66\\ 2.04\\ 19.64\\ 8.54\\ 0.30\\ 11.61\\ 1.54\\ 1.47\\ 97.97\\ \hline 6.300\\ 1.700\\ 0.403\\ 0.235\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 48^{*} \\ 42.13 \\ 11.57 \\ 1.97 \\ 19.63 \\ 9.00 \\ 0.35 \\ 11.89 \\ 1.26 \\ 1.27 \\ 99.06 \\ \hline \\ 6.351 \\ 1.649 \\ 0.373 \\ 0.223 \\ \end{array}$	49 ⁻⁴ 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39 11.87 1.00 1.33 98.13 6.344 1.656 0.571 0.066	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33 11.92 1.27 1.32 98.10 6.495 1.505 0.412 0.223 2.384	42.52 10.06 2.24 18.73 9.05 0.34 11.95 1.40 1.16 97.44 6.496 1.504 0.308 0.257 2.303	$\begin{array}{r} 40\\ 42.81\\ 11.18\\ 1.98\\ 18.62\\ 8.82\\ 0.34\\ 11.93\\ 1.41\\ 1.14\\ 98.23\\ \hline 6.467\\ 1.533\\ 0.458\\ 0.225\\ 2.352\\ \end{array}$	41.94 11.11 1.87 20.23 8.10 0.44 11.93 1.03 1.50 98.14 6.412 1.588 0.414 0.215 2.597	$\begin{array}{r} 42\\ 42.04\\ 11.19\\ 1.83\\ 20.04\\ 8.30\\ 0.40\\ 11.90\\ 1.03\\ 1.51\\ 98.24\\ \hline 6.412\\ 1.588\\ 0.424\\ 0.210\\ 2.556\\ \end{array}$	42.91 12.31 0.30 20.80 8.15 0.43 11.90 1.01 1.23 99.07 6.471 1.529 0.659 0.034 2.623	$\begin{array}{r} 44\\ 43.00\\ 12.20\\ 0.47\\ 20.54\\ 8.69\\ 0.44\\ 11.98\\ 1.28\\ 1.09\\ 99.68\\ \hline \\ 6.441\\ 1.559\\ 0.595\\ 0.053\\ 2.573\\ \end{array}$	45 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33 11.70 1.48 1.32 98.99 6.308 1.692 0.417 0.232 2.466	$\begin{array}{r} 40\\ 40.90\\ 12.01\\ 2.03\\ 19.73\\ 8.41\\ 0.37\\ 11.70\\ 1.35\\ 1.55\\ 98.04\\ \hline \\ 6.260\\ 1.740\\ 0.427\\ 0.234\\ 2.526\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 47\\ 41.17\\ 11.66\\ 2.04\\ 19.64\\ 8.54\\ 0.30\\ 11.61\\ 1.54\\ 1.47\\ 97.97\\ \hline 6.300\\ 1.700\\ 0.403\\ 0.235\\ 2.512\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 48^{*} \\ 42.13 \\ 11.57 \\ 1.97 \\ 19.63 \\ 9.00 \\ 0.35 \\ 11.89 \\ 1.26 \\ 1.27 \\ 99.06 \\ \hline \\ 6.351 \\ 1.649 \\ 0.373 \\ 0.223 \\ 2.475 \\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 49^{24} \\ 41.35 \\ 12.31 \\ 0.57 \\ 21.35 \\ 7.96 \\ 0.39 \\ 11.87 \\ 1.00 \\ 1.33 \\ 98.13 \\ \hline \\ 6.344 \\ 1.656 \\ 0.571 \\ 0.066 \\ 2.729 \\ \end{array}$	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33 11.92 1.27 1.32 98.10 6.495 1.505 0.412 0.223 2.384 2.012	$\begin{array}{c} 42.52\\ 10.06\\ 2.24\\ 18.73\\ 9.05\\ 0.34\\ 11.95\\ 1.40\\ 1.16\\ 97.44\\ \hline 6.496\\ 1.504\\ 0.308\\ 0.257\\ 2.393\\ 2.061\\ \end{array}$	40 42.81 11.18 1.98 18.62 8.82 0.34 11.93 1.41 1.14 98.23 6.467 1.533 0.458 0.225 2.352 1.986	41.94 11.11 1.87 20.23 8.10 0.44 11.93 1.03 1.50 98.14 6.412 1.588 0.414 0.215 2.587 1.846	$\begin{array}{r} 42\\ 42.04\\ 11.19\\ 1.83\\ 20.04\\ 8.30\\ 0.40\\ 11.90\\ 1.03\\ 1.51\\ 98.24\\ \hline 6.412\\ 1.588\\ 0.424\\ 0.210\\ 2.556\\ 1.887\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 43\\ 42.91\\ 12.31\\ 0.30\\ 20.80\\ 8.15\\ 0.43\\ 11.90\\ 1.01\\ 1.23\\ 99.07\\ \hline 6.471\\ 1.529\\ 0.659\\ 0.034\\ 2.623\\ 1.841\\ \end{array}$	43.00 12.20 0.47 20.54 8.69 0.44 11.98 1.28 1.09 99.68 6.441 1.559 0.595 0.053 2.573 1.940	45 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33 11.70 1.48 1.32 98.99 6.308 1.692 0.417 0.232 2.466 2.013	40.90 12.01 2.03 19.73 8.41 0.37 11.70 1.35 1.55 98.04 6.260 1.740 0.427 0.234 2.526 1.918	47 41.17 11.66 2.04 19.64 8.54 0.30 11.61 1.54 1.47 97.97 6.300 1.700 0.403 0.235 2.513 1.948	$\begin{array}{r} 48^{*} \\ 42.13 \\ 11.57 \\ 1.97 \\ 19.63 \\ 9.00 \\ 0.35 \\ 11.89 \\ 1.26 \\ 1.27 \\ 99.06 \\ \hline \\ 6.351 \\ 1.649 \\ 0.373 \\ 0.223 \\ 2.475 \\ 2.022 \\ \end{array}$	49 ⁻⁴ 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39 11.87 1.00 1.33 98.13 6.344 1.656 0.571 0.066 2.739 1.820	
$\begin{array}{c} 42.86\\ 10.73\\ 1.96\\ 18.81\\ 8.91\\ 0.33\\ 11.92\\ 1.27\\ 1.32\\ 98.10\\ \hline \\ 6.495\\ 1.505\\ 0.412\\ 0.223\\ 2.384\\ 2.012\\ 0.042\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 42.52\\ 10.06\\ 2.24\\ 18.73\\ 9.05\\ 0.34\\ 11.95\\ 1.40\\ 1.16\\ 97.44\\ \hline \\ 6.496\\ 1.504\\ 0.308\\ 0.257\\ 2.393\\ 2.061\\ 0.044\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 40\\ 42.81\\ 11.18\\ 1.98\\ 18.62\\ 8.82\\ 0.34\\ 11.93\\ 1.41\\ 1.14\\ 98.23\\ \hline \\ 6.467\\ 1.533\\ 0.458\\ 0.225\\ 2.352\\ 1.986\\ 0.04\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} +1\\ 41.94\\ 11.11\\ 1.87\\ 20.23\\ 8.10\\ 0.44\\ 11.93\\ 1.03\\ 1.50\\ 98.14\\ \hline \\ 6.412\\ 1.588\\ 0.414\\ 0.215\\ 2.587\\ 1.846\\ 0.057\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 42\\ 42.04\\ 11.19\\ 1.83\\ 20.04\\ 8.30\\ 0.40\\ 11.90\\ 1.03\\ 1.51\\ 98.24\\ \hline 6.412\\ 1.588\\ 0.424\\ 0.210\\ 2.556\\ 1.887\\ 0.052\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 43\\ 42.91\\ 12.31\\ 0.30\\ 20.80\\ 8.15\\ 0.43\\ 11.90\\ 1.01\\ 1.23\\ 99.07\\ \hline \\ 6.471\\ 1.529\\ 0.659\\ 0.034\\ 2.623\\ 1.841\\ 0.055\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 44\\ 43.00\\ 12.20\\ 0.47\\ 20.54\\ 8.69\\ 0.44\\ 11.98\\ 1.28\\ 1.09\\ 99.68\\ \hline \\ 6.441\\ 1.559\\ 0.595\\ 0.053\\ 2.573\\ 1.940\\ 0.056\\ \end{array}$	43 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33 11.70 1.48 1.32 98.99 6.308 1.692 0.417 0.232 2.466 2.013 0.042	$\begin{array}{r} 40\\ 40.90\\ 12.01\\ 2.03\\ 19.73\\ 8.41\\ 0.37\\ 11.70\\ 1.35\\ 1.55\\ 98.04\\ \hline \end{array}$	47 41.17 11.66 2.04 19.64 8.54 0.30 11.61 1.54 1.47 97.97 6.300 1.700 0.403 0.235 2.513 1.948 0.039	$\begin{array}{r} 48^{*} \\ 42.13 \\ 11.57 \\ 1.97 \\ 19.63 \\ 9.00 \\ 0.35 \\ 11.89 \\ 1.26 \\ 1.27 \\ 99.06 \\ \hline \\ 6.351 \\ 1.649 \\ 0.373 \\ 0.223 \\ 2.475 \\ 2.022 \\ 0.045 \\ \end{array}$	49 ⁻⁴ 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39 11.87 1.00 1.33 98.13 6.344 1.656 0.571 0.066 2.739 1.820 0.051	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33 11.92 1.27 1.32 98.10 6.495 1.505 0.412 0.223 2.384 2.012 0.042 1.935	$\begin{array}{c} 42.52\\ 10.06\\ 2.24\\ 18.73\\ 9.05\\ 0.34\\ 11.95\\ 1.40\\ 1.16\\ 97.44\\ \hline \\ 6.496\\ 1.504\\ 0.308\\ 0.257\\ 2.393\\ 2.061\\ 0.044\\ 1.956\\ \end{array}$	40 42.81 11.18 1.98 18.62 8.82 0.34 11.93 1.41 1.14 98.23 6.467 1.533 0.458 0.225 2.352 1.986 0.04 1 931	$\begin{array}{r} +1\\ 41.94\\ 11.11\\ 1.87\\ 20.23\\ 8.10\\ 0.44\\ 11.93\\ 1.03\\ 1.50\\ 98.14\\ \hline \\ 6.412\\ 1.588\\ 0.414\\ 0.215\\ 2.587\\ 1.846\\ 0.057\\ 1.954\\ \end{array}$	42 42.04 11.19 1.83 20.04 8.30 0.40 11.90 1.03 1.51 98.24 6.412 1.588 0.424 0.210 2.556 1.887 0.052 1.945	$\begin{array}{r} 43\\ 42.91\\ 12.31\\ 0.30\\ 20.80\\ 8.15\\ 0.43\\ 11.90\\ 1.01\\ 1.23\\ 99.07\\ \hline 6.471\\ 1.529\\ 0.659\\ 0.034\\ 2.623\\ 1.841\\ 0.055\\ 1.923\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 44\\ 43.00\\ 12.20\\ 0.47\\ 20.54\\ 8.69\\ 0.44\\ 11.98\\ 1.28\\ 1.09\\ 99.68\\ \hline \\ 6.441\\ 1.559\\ 0.595\\ 0.053\\ 2.573\\ 1.940\\ 0.056\\ 1.923\\ \end{array}$	43 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33 11.70 1.48 1.32 98.99 6.308 1.692 0.417 0.232 2.466 2.013 0.042 1.892	40.90 12.01 2.03 19.73 8.41 0.37 11.70 1.35 1.55 98.04 6.260 1.740 0.427 0.234 2.526 1.918 0.048 1.919	47 41.17 11.66 2.04 19.64 8.54 0.30 11.61 1.54 1.47 97.97 6.300 1.700 0.403 0.235 2.513 1.948 0.039 1.904	$\begin{array}{r} 48^{*} \\ 42.13 \\ 11.57 \\ 1.97 \\ 19.63 \\ 9.00 \\ 0.35 \\ 11.89 \\ 1.26 \\ 1.27 \\ 99.06 \\ \hline \\ 6.351 \\ 1.649 \\ 0.373 \\ 0.223 \\ 2.475 \\ 2.022 \\ 0.045 \\ 1.920 \\ \end{array}$	49 ⁻⁴ 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39 11.87 1.00 1.33 98.13 6.344 1.656 0.571 0.066 2.739 1.820 0.051 1.951	
42.86 10.73 1.96 18.81 8.91 0.33 11.92 1.27 1.32 98.10 6.495 1.505 0.412 0.223 2.384 2.012 0.042 1.935 0.373	$\begin{array}{c} 42.52\\ 10.06\\ 2.24\\ 18.73\\ 9.05\\ 0.34\\ 11.95\\ 1.40\\ 1.16\\ 97.44\\ \hline \\ 6.496\\ 1.504\\ 0.308\\ 0.257\\ 2.393\\ 2.061\\ 0.044\\ 1.956\\ 0.415\\ \end{array}$	40 42.81 11.18 1.98 18.62 8.82 0.34 11.93 1.41 1.14 98.23 6.467 1.533 0.458 0.225 2.352 1.986 0.04 1.931 0.413	$\begin{array}{r} +1\\ 41.94\\ 11.11\\ 1.87\\ 20.23\\ 8.10\\ 0.44\\ 11.93\\ 1.03\\ 1.50\\ 98.14\\ \hline \\ 6.412\\ 1.588\\ 0.414\\ 0.215\\ 2.587\\ 1.846\\ 0.057\\ 1.954\\ 0.305\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 42\\ 42.04\\ 11.19\\ 1.83\\ 20.04\\ 8.30\\ 0.40\\ 11.90\\ 1.03\\ 1.51\\ 98.24\\ \hline \\ 6.412\\ 1.588\\ 0.424\\ 0.210\\ 2.556\\ 1.887\\ 0.052\\ 1.945\\ 0.305\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 43\\ 42.91\\ 12.31\\ 0.30\\ 20.80\\ 8.15\\ 0.43\\ 11.90\\ 1.01\\ 1.23\\ 99.07\\ \hline \\ 6.471\\ 1.529\\ 0.659\\ 0.034\\ 2.623\\ 1.841\\ 0.055\\ 1.923\\ 0.295\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 44\\ 43.00\\ 12.20\\ 0.47\\ 20.54\\ 8.69\\ 0.44\\ 11.98\\ 1.28\\ 1.09\\ 99.68\\ \hline \\ 6.441\\ 1.559\\ 0.595\\ 0.053\\ 2.573\\ 1.940\\ 0.056\\ 1.923\\ 0.372\\ \end{array}$	43 41.79 11.85 2.04 19.53 8.96 0.33 11.70 1.48 1.32 98.99 6.308 1.692 0.417 0.232 2.466 2.013 0.042 1.892 0.433	$\begin{array}{r} 40\\ 40.90\\ 12.01\\ 2.03\\ 19.73\\ 8.41\\ 0.37\\ 11.70\\ 1.35\\ 1.55\\ 98.04\\ \hline \\ 6.260\\ 1.740\\ 0.427\\ 0.234\\ 2.526\\ 1.918\\ 0.048\\ 1.919\\ 0.401\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 47\\ 41.17\\ 11.66\\ 2.04\\ 19.64\\ 8.54\\ 0.30\\ 11.61\\ 1.54\\ 1.47\\ 97.97\\ \hline 6.300\\ 1.700\\ 0.403\\ 0.235\\ 2.513\\ 1.948\\ 0.039\\ 1.904\\ 0.457\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 48^{*} \\ 42.13 \\ 11.57 \\ 1.97 \\ 19.63 \\ 9.00 \\ 0.35 \\ 11.89 \\ 1.26 \\ 1.27 \\ 99.06 \\ \hline \\ 6.351 \\ 1.649 \\ 0.373 \\ 0.223 \\ 2.475 \\ 2.022 \\ 0.045 \\ 1.920 \\ 0.368 \\ \hline \end{array}$	49 ²⁴ 41.35 12.31 0.57 21.35 7.96 0.39 11.87 1.00 1.33 98.13 6.344 1.656 0.571 0.066 2.739 1.820 0.051 1.951 0.297	



 図3 球状部, pressure shadow と fringe 部からのホルンブレンド (O=23)の Ti と Al の関係. 1:球状部の緑褐色ホルンブレンド, 2:球状部の青緑色ホルンブレンド, 3: pressure shadow と fringe 部の緑褐色ホルンブレンド, 4: pressure shadow と fringe 部の青緑色ホルンブレンド

青緑色)を示し、そしてそれぞれの青緑色ホルンブ レンドが約0.05のTi含有量を示すことは、これら の部分が後に角閃岩相低温部または角閃岩-緑色片 岩転移相付近の温度での作用を受けたことを示して いる.この後の作用は、飛驒変成帯東北部の変成岩 類に広く観察される dislocation metamorphism(藤 吉・大沼、1982) - これは、正長石の格子状双晶を示 す微斜長石への転移、角閃石の褐色から青緑色への 変化または角閃石の緑泥石・緑れん石による交代、 斜長石等の変形およびアダメロ岩体周辺部でのミロ ナイト化作用等によって特徴づけられる- に対応 すると思われる.

LEAKE (1965, 1971), RAASE (1974) は角閃石中の Al^{v1} は圧力に依存することを示唆している. 従って 当地域の角閃石の生成における圧力の影響を知るた めに,球状部, pressure shadow 部, pressure fringe 部のホルンブレンド (O=23 として)の Ti と Al^{v1} の関係を図3に示した.図3は Ti が減少するとと もに Al^{v1} が増加する傾向があることを示す.即ち緑 褐色ホルンブレンドよりも青緑色ホルンブレンドの 方が Al^{v1} が多い.また緑褐色ホルンブレンドの中で は pressure shadow と fringe 部のものが球状部の ものより Al^{v1} が多い. このことは,変形運動によっ てホルンブレンド中の Al^{v1} が増加することを示し ている.



図 4 球状部, pressure shadow と fringe 部 からのホルンプレンド (O=23) の Si と Al[™] の関係. 1:球状部の緑褐色ホルンプレンド 2:球状部の青緑色ホルンプレンド, 3: pressure shadow と fringe 部の緑褐色ホル ンブレンド, 4: pressure shadow と fringe 部の青緑色ホルンプレンド

RAASE (1974) は、角閃石中の Si と Al^{vi}の関係が 広域変成岩の形成された圧力条件を明らかにするの に有効であることを示しているので、当地域の分析 したホルンブレンドの Si と Al^{vi}の値を RAASE (1974)の図に示した(図4)。当地域のホルンブレン ドは、1個を除いてすべて約5kb以下に落ち、 RAASE (1974)によると低圧で形成された変成岩に 対応する.図4は、図3とほぼ同じ傾向を示し、球 状部の緑褐色ホルンブレンド, pressure shadow と fringe 部の緑褐色ホルンブレンド,青緑色ホルンブ レンドの順により圧力の高い側に分布している。こ のことは、Tiと Al^{vi}の関係と同じように変形運動 の影響を示すと思われる。従って変形運動は、pressure shadow と fringe の形成よりも青緑色ホルン ブレンド形成時の方が強かったことを示していると 考えられる.

当地域の角閃石の分析結果からみて,球状片麻岩 は高温・低圧そして水に富んだ環境下で形成された. ひきつづき同じ条件下で変形運動を受け,pressure shadow と fringe が形成された.その後角閃岩相低 温部または角閃岩-緑色片岩の転移相付近のより強 い変形運動を受けた.pressure shadow と fringe の 形成の変形運動と飛驒変成帯東北部で広く観察され る後の dislocation metamorphism との関係は一連 の作用なのか時間的に大きな間隙があったのかは現 在考察中である.

謝辞

この研究を進めるにあたり,静岡大学理学部地球 科学教室の長沢敬之助教授・黒田 直助教授,名古 屋大学理学部地球科学教室の石岡孝吉教授・諏訪兼 位助教授に御助言をいただいた.EPMA による角閃 石の分析に対しては名古屋大学理学部地球科学教室 の鈴木和博博士に御助力いただいた.野外のサンプ リングに対しては富山営林署片貝川治山事業所の 方々に多大の便宜をはかっていただいた.これらの 方々に厚く謝意を表します.

本研究には昭和 57 年度文部省科学研究費(一般 C,課題番号 57540475)を使用した。当局に厚くお 礼申し上げる。

文 献

- BINNS, R. A. (1965), The mineralogy of metamorphosed basic rocks from the Willyama complex, Broken Hill district, New South Wales. Part I. Hornblendes. *Miner. Mag.*, **35**, 306-326.
- FUJIYOSHI, A. (1970), Potassium feldspar from gneisses and granites in the upper Hayatsuki-gawa area, central Japan. *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.*, 18, 1-27.
- ——— (1977), Orbicules on gneisses in the upper Katakai-gawa area, central Japan. Jour. Geol. Soc. Japan, 83, 557-565.
- 藤吉 瞭(1979),富山県東又谷(片貝川上流)・鍋増谷(早 月川上流)の球状片麻岩.日本列島の基盤,加納 博教 授記念論文集,29-34.
 - ーーー・中川正久(1976),富山県片貝川上流地域の飛驒 変成帯の地質。静大地学研報, no. 2, 9-14.
- ・大沼久恵(1982),富山県布施川上流,黒部川下
 流域の片岩・片麻岩・花崗岩中のカリ長石の三斜度。
 続・日本列島の基盤,地質学論集,21号,25-35.
- ISHIOKA, K. (1953), On orbicular esboite from the Amo mine, central Japan. Jour. Earth Sci. Nagoya Univ., 1, 85-95, 97-106.
- 加納 隆(1974),飛驒変成帯の深成岩類。富山県地学地理 学研究論集,第6集,155-186,富山県地学会。
- 木下亀城(1929),福井県大野郡産の球状閃緑岩.地質雑, 41,22.
- LEAKE, B. E. (1965), The relationship between tetrahedral aluminium and the maximum possible octahedral aluminium in natural calciferous and subcalciferous amphiboles. *Amer. Miner.*, **50**, 843-851.
- des. *Miner. Mag.*, **38**, 389-407.
- 野沢 保(1953),飛驒山地で発見された球状岩。地質雑, 59,223.
- ------(1969), 飛驒変成帯の球状岩. 岩鉱, **61**, 181-193.
- 太田昌秀(1958),富山県立山川の転石から発見した球状 閃緑岩。地質雑,64,618-620.
- RAASE, P. (1972), Uber die Farbung von Hornblenden und die mineralogische Kennzeichnung von Barroisit und Karinthin. *Karinthin*, **66**, 273-280.
- (1974), Al and Ti contents of hornblende, indicators of pressure and temperature of regional metamorphism. *Contr. Miner. Petrol.*, **45**, 231-236.
- 佐藤信次(1964),神岡鉱山栃洞鉱の石灰質堆積起原球状 閃緑岩.地質雑,70,419.
- SPRY, A. (1969), Metamorphic texture. Pergamon Press, Oxford.
- 諏訪兼位・石岡孝吉・服部 仁(1955),富山県小口川上流 産の球状岩について、地質雑,61,365.