

伊那谷の中期更新世テフラ

竹下 欣宏*

Middle Pleistocene tephra beds in the Ina Valley
Yoshihiro Takeshita*

*信州大学大学院工学系研究科 〒390-8621 長野県松本市旭 3-1-1

伊那谷には、その層序、フィッシュントラック年代から中部更新統と考えられるテフラが分布する。これらのテフラの全鉱物・重鉱物組成およびテフラに含まれる輝石・角閃石の化学組成を測定し、その特徴を明らかにしたので報告する。また、これらのテフラのうち、数層は古期御岳火山起源である可能性が高い。

キーワード 伊那谷, 中期更新世, テフラ, 化学組成

1. はじめに

伊那谷の中部更新統テフラに関する報告は次のようなものがある。小林ほか(1971)・竹本ほか(1987)により御岳上垂テフラが、松島・寺平(1990)により東伊那テフラ、豊岡テフラ、本郷テフラ、漆沢テフラ(本テフラは鮮新世のテフラ)が、松島ほか(1998)により清泉地1テフラ、清泉地テフラ2、南田島テフラ、久米テフラが、寺平(2000)により山郷テフラがそれぞれ記載されている。これらのうち数層のテフラはフィッシュントラック法によって放射年代が測定されており、その年代は山郷テフラ： 0.21 ± 0.06 Ma (寺平, 2000), 豊岡テフラ： 0.53 ± 0.19 Ma, 東伊那テフラ： 0.62 ± 0.09 Ma, 本郷テフラ： 0.75 ± 0.21 Ma, 漆沢テフラ： 1.97 ± 0.20 Ma (松島・寺平, 1990)である。これらは松島ほか(1998)・寺平(2000)にまとめられているが、給源火山については御岳上垂テフラを除き不明とされている。本小論では東伊那テフラ、豊岡テフラ、本郷テフラ、漆沢テフラ、清泉地1テフラ、清泉地2テフラ、南田島テフラ、山郷テフラ、与地1テフラ・与地2テフラ(松島・寺平, 未報告)の全鉱物・重鉱物組成および輝石・角閃石の化学組成の測定結果を報告し、これらのテフラの給源火山の可能性について考察を行う。

2. 試料の採取位置と処理

試料の採取位置を図1に示す。分析に用いたテフラは風化のため軽石のみを取り出すことが困難なため

(与地1テフラを除く)、軽石のみを取り出す作業はしていない。試料のうち20~30gを(新鮮な与地1テフラに関しては鉱物がつぶれない程度に乳鉢でつぶした後)水洗(椀がけ)し、乾燥させた後60・100・200メッシュ(250・144・78 μ m)の篩にかける。60以上・60-100メッシュのものはサンプル管や薬包紙に包み保存しておき100-200メッシュのものをこれ以後の分析に用いる。重鉱物の濃集にはネオジウム磁石を使用した。

3. 全鉱物組成

重鉱物を濃集するまえの試料をバルサムで封入しプレパラートを作成し、偏光顕微鏡下で全ての粒子を500粒以上同定し、粒子百分率を求め全鉱物組成とした。表1、図2に測定結果を示す。与地1テフラを除くテフラは、風化のため火山ガラスが残っていない。与地1テフラは新鮮で火山ガラスの割合が高いため、重鉱物の含有量が10%以下であるが、そのほかのテフラの重鉱物含有量は10~65%である。

4. 重鉱物組成

重鉱物組成はネオジウム磁石にて重鉱物を濃集した試料をバルサムで封入しプレパラートを作成し、偏光顕微鏡下で重鉱物のみ200粒以上同定し、粒子百分率を求め重鉱物組成とした。

表2、図3に測定結果を示す。南田島テフラ、本郷テフラ、漆沢テフラは緑色角閃石を多く含むことで特徴づけることができる。南田島テフラに含まれるごく

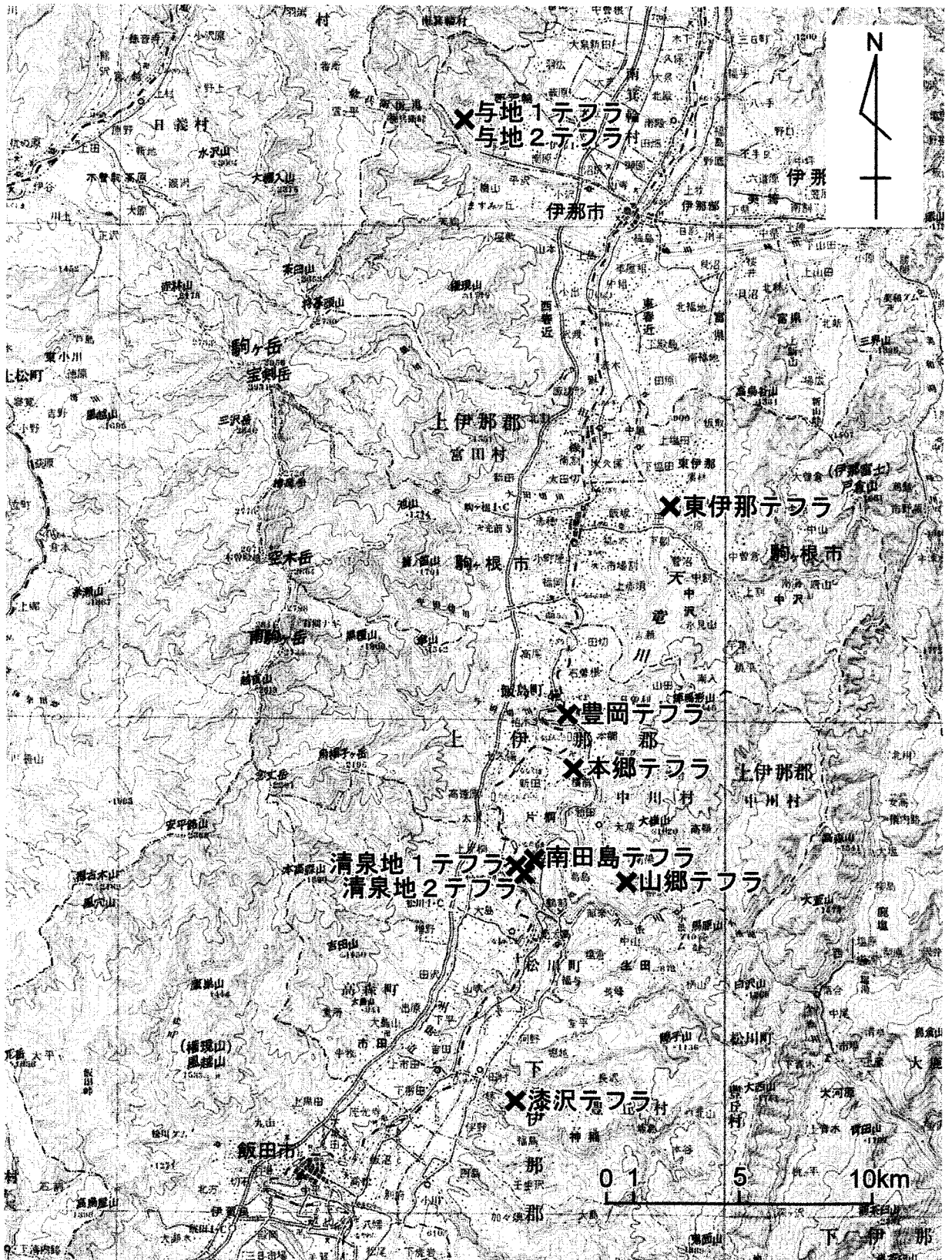


図1 試料採取位置図 国土地理院発行の20万分の1地形図「飯田」と「甲府」を使用。

表1 伊那谷の中部更新統テフラの全鉱物組成

テフラの名称	全鉱物組成(%)												
	Bio	Amp	Cpx	Opx	Ol	Opq	Qz	Pl	Ap	Zr	Gl	L.f	Gr
山郷テフラ	+	0.8	0.2	2.2	-	26.5	+	62.7	-	+	-	7.7	-
清泉地2テフラ	-	6.8	-	-	-	43.1	-	23.4	-	-	-	26.7	-
清泉地1テフラ	+	0.6	1.3	2.5	-	6.0	-	42.6	-	-	-	47.0	+
南田島テフラ	2.1	7.0	-	-	-	1.7	-	86.6	-	-	-	4.7	+
豊岡テフラ	-	13.2	-	0.3	-	53.0	-	16.9	-	-	-	16.6	-
東伊那テフラ	-	15.8	-	-	-	30.3	-	20.1	-	0.1	-	33.7	-
本郷テフラ	-	13.6	-	-	-	4.7	-	63.6	-	-	-	18.0	-
漆沢テフラ	-	43.5	-	0.2	-	18.4	-	22.5	0.2	-	-	15.1	-
与地2テフラ	-	+	4.1	12.9	-	21.4	-	55.2	1.4	-	-	4.9	-
与地1テフラ	-	+	1.0	2.2	-	2.6	-	16.8	0.5	-	76.7	0.2	-

Bio: 黒雲母, Amp: 角閃石, Cpx: 単斜輝石, Opx: 斜方輝石, Ol: かんらん石, Opq: 不透明鉱物, Qz: 石英, Pl: 斜長石, Ap: 燐灰石, Zr: ジルコン, Gl: 火山ガラス, L.f.: 岩片, Gr: ざくろ石. -はプレバレート内に存在しないことを示し, +は存在することを示す.

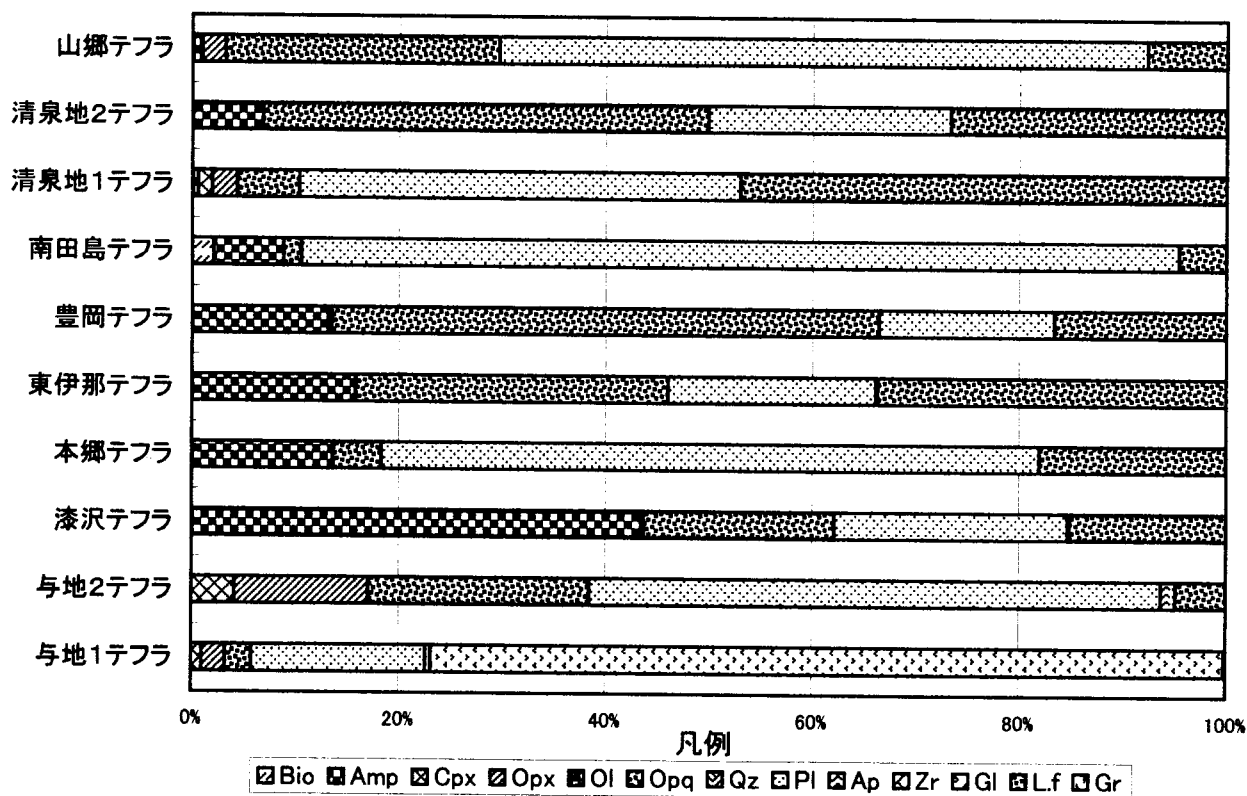


図2 伊那谷の中部更新統テフラの全鉱物組成

Bio: 黒雲母, Amp: 角閃石, Cpx: 単斜輝石, Opx: 斜方輝石, Ol: かんらん石, Opq: 不透明鉱物, Qz: 石英, Pl: 斜長石, Ap: 燐灰石, Zr: ジルコン, Gl: 火山ガラス, L.f.: 岩片, Gr: ざくろ石.

表2 伊那谷の中部更新統テフラの重鉱物組成

テフラの名称	重鉱物組成 (%)										
	Bio	Amp(g)	Amp(b)	Cum	Cpx	Opx	Ol	Opq	Ap	Zr	Gr
山郷テフラ	3.4	—	5.2	2.9	+	20.3	—	68.0	—	+	—
清泉地2テフラ	—	—	17.4	—	—	+	—	82.6	—	—	—
清泉地1テフラ	2.9	—	3.3	—	1.7	17.4	—	77.7	—	—	+
南田島テフラ	+	30.5	8.6	—	0.8	0.8	—	59.0	—	—	0.3
豊岡テフラ	—	—	25.4	—	—	1.1	—	73.5	—	—	—
東伊那テフラ	—	—	39.3	—	—	—	—	60.7	—	—	—
本郷テフラ	—	64.5	6.8	—	—	+	—	28.7	—	—	—
漆沢テフラ	—	52.4	8.1	—	—	0.3	—	39.2	—	—	—
与地2テフラ	—	—	0.0	—	9.8	28.5	—	59.0	2.7	—	—
与地1テフラ	—	—	0.9	—	13.5	35.0	—	48.2	2.5	—	—

Bio: 黒雲母, Amp(g): 緑色角閃石, Amp(b): 褐色角閃石, Cum: カミングトン閃石, Cpx: 単斜輝石, Opx: 斜方輝石, Ol: かんらん石, Opq: 不透明鉱物, Ap: 燐灰石, Zr: ジルコン, Gr: ざくろ石. —はプレパラート内に存在しないことを示し, +は存在することを示す.

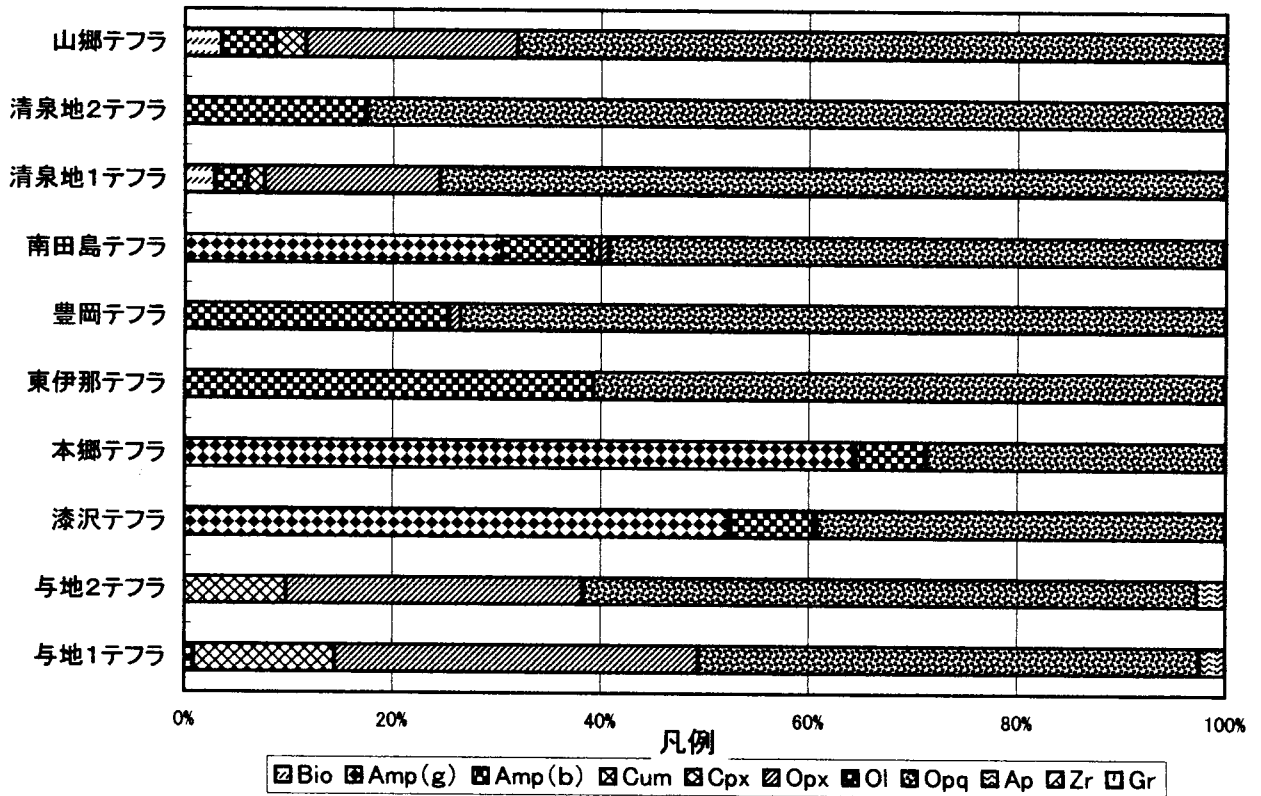


図3 伊那谷の中部更新統テフラの重鉱物組成

Bio: 黒雲母, Amp(g): 緑色角閃石, Amp(b): 褐色角閃石, Cum: カミングトン閃石, Cpx: 単斜輝石, Opx: 斜方輝石, Ol: かんらん石, Opq: 不透明鉱物, Ap: 燐灰石, Zr: ジルコン, Gr: ざくろ石.

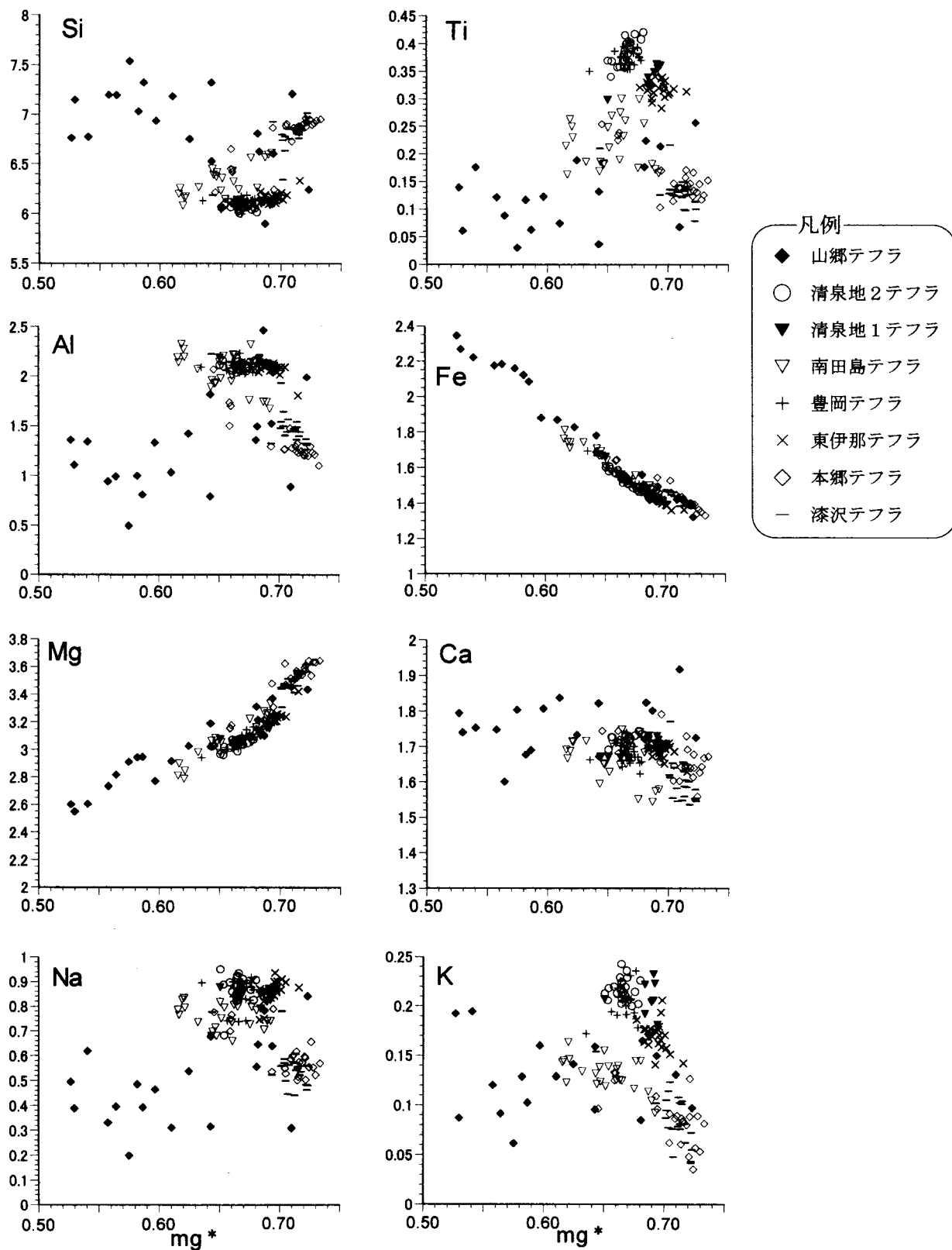


図4 山郷テフラ, 清泉地2テフラ, 清泉地1テフラ, 南田島テフラ, 豊岡テフラ, 東伊那テフラ, 本郷テフラ, 漆沢テフラに含まれる角閃石の化学組成 (mg^* 値 ($Mg/Mg + \text{total Fe}$))と酸素数O=23に対する各陽イオン数 (Atomic ratio) の関係図).

ろ石、黒雲母は2次的な混入（テフラの再堆積）の可能性がある。また、清泉地2テフラ、豊岡テフラ、東伊那テフラは褐色角閃石を多く含むことで特徴付けることができる。清泉地1テフラは斜方輝石、単斜輝石、褐色角閃石を含む。このテフラに含まれるざくろ石、黒雲母は2次的な混入（再堆積）の可能性があり、与地1テフラ、与地2テフラは斜方輝石、単斜輝石とわずかに角閃石を含み、燐灰石を多く含むことで特徴づけられる。山郷テフラはカミングトン閃石を含むことで特徴づけられる。

5. EDS分析

角閃石は豊岡テフラ、東伊那テフラ、本郷テフラ、山郷テフラ、清泉地1テフラ、清泉地2テフラ、南田島テフラ、漆沢テフラに含まれるものを、単斜輝石、斜方輝石は山郷テフラ、清泉地1テフラ、与地1テフラ、与地2テフラに含まれるものをそれぞれ20~25粒測定し、その化学組成を求めた。ただし、清泉地1テフラに含まれる角閃石については8粒測定したのみである。

5-1) 試料作成と分析方法

重鉍物組成測定に用いた試料（100-200メッシュのもの）をスライドガラスにペトロポキシで封入する。ペトロポキシ中の鉍物が表面に現れるまで研磨したのち、ダイヤモンドペーストにて表面の傷がなくなるまでみがき、炭素蒸着をほどこして分析試料を作成した。

分析は信州大学理学部地質科学教室のSEM（日本電子製JSM-5310E）-EDAXDX4システム（エネルギー分散型マイクロアナライザー）で行い、測定条件は加速電圧15kv、照射電流約 7.2×10^{-10} A、試料傾斜角度 20° 、X線取り出し角 48.17° 、計測時間120秒、測定強度約1,500cpsで行った。補正計算はZAF法により、スタンダード法で定量値を求めた。

5-2) 分析結果

角閃石の分析結果を付表1と mg^* 値（ $Mg/Mg + total Fe$ ）を横軸に、酸素数 $O=23$ に対する各陽イオン数（Atomic ratio）を縦軸にとり図4に示す。

山郷テフラに含まれる角閃石の化学組成は $mg^* = 0.53-0.72$, $Si=5.89-7.53$, $Ti=0.03-0.33$, $Al=0.49-2.46$, $Fe=1.32-2.34$, $Mg=2.55-3.45$, $Ca=1.60-1.92$, $Na=0.20-0.84$, $K=0.06-0.19$ とどの元素でも広い組成範囲を示すのが特徴である。

清泉地2テフラに含まれる角閃石の化学組成は $mg^* = 0.65-0.68$, $Si=6.02-6.13$, $Ti=0.34-0.42$, $Al=2.04-2.18$, $Fe=1.46-1.61$, $Mg=2.96-3.12$,

$Ca=1.67-1.74$, $Na=0.68-0.95$, $K=0.20-0.24$ の範囲にある。

清泉地1テフラに含まれる角閃石の化学組成は $mg^* = 0.64-0.69$, $Si=6.08-6.13$, $Ti=0.30-0.36$, $Al=2.07-2.19$, $Fe=1.41-1.66$, $Mg=3.08-3.23$, $Ca=1.67-1.73$, $Na=0.79-0.88$, $K=0.18-0.23$ の範囲にある。

南田島テフラに含まれる角閃石の化学組成は $mg^* = 0.63-0.68$, $Si=5.99-6.18$, $Ti=0.17-0.30$, $Al=1.67-2.32$, $Fe=1.46-1.81$, $Mg=2.82-3.33$, $Ca=1.54-1.75$, $Na=0.66-0.83$, $K=0.09-0.16$ の範囲にある。

豊岡テフラに含まれる角閃石の化学組成は $mg^* = 0.61-0.69$, $Si=6.04-6.61$, $Ti=0.35-0.40$, $Al=2.03-2.23$, $Fe=1.48-1.69$, $Mg=2.94-3.16$, $Ca=1.62-1.71$, $Na=0.74-0.92$, $K=0.17-0.24$ の範囲にある。清泉地2テフラに含まれる角閃石の化学組成に類似する。

東伊那テフラに含まれる角閃石の化学組成は $mg^* = 0.68-0.72$, $Si=6.09-6.32$, $Ti=0.28-0.34$, $Al=1.80-2.17$, $Fe=1.36-1.49$, $Mg=3.13-3.42$, $Ca=1.63-1.73$, $Na=0.75-0.90$, $K=0.14-0.21$ の範囲にあり、清泉地1テフラに含まれる角閃石の化学組成に類似する。

本郷テフラに含まれる角閃石の化学組成は $mg^* = 0.64-0.73$, $Si=6.21-6.96$, $Ti=0.10-0.25$, $Al=1.20-2.07$, $Fe=1.33-1.67$, $Mg=3.02-3.64$, $Ca=1.60-1.79$, $Na=0.50-0.79$, $K=0.04-0.13$ の範囲にある。

漆沢テフラに含まれる角閃石の化学組成は $mg^* = 0.64-0.72$, $Si=6.18-7.00$, $Ti=0.10-0.22$, $Al=1.25-2.22$, $Fe=1.37-1.66$, $Mg=3.00-3.61$, $Ca=1.53-1.77$, $Na=0.44-0.78$, $K=0.04-0.15$ の範囲にある。本郷テフラに含まれる角閃石の化学組成に類似する。

次に単斜輝石、斜方輝石の分析結果を付表2、3と mg^* 値（ $Mg/Mg + total Fe$ ）を横軸に、 ca^* 値（ $Ca/Ca + Mg + total Fe$ ）を縦軸にとり図5に示す。

山郷テフラに含まれる斜方輝石の化学組成は $mg^* = 0.63-0.74$, $ca^* = 0.01-0.04$ の範囲にあり、ほかのテフラに比べ広い組成範囲を示す。

清泉地1テフラに含まれる単斜輝石の化学組成は $mg^* = 0.65-0.76$, $ca^* = 0.37-0.41$, 斜方輝石の化学組成は $mg^* = 0.63-0.74$, $ca^* = 0.03-0.04$ の範囲に

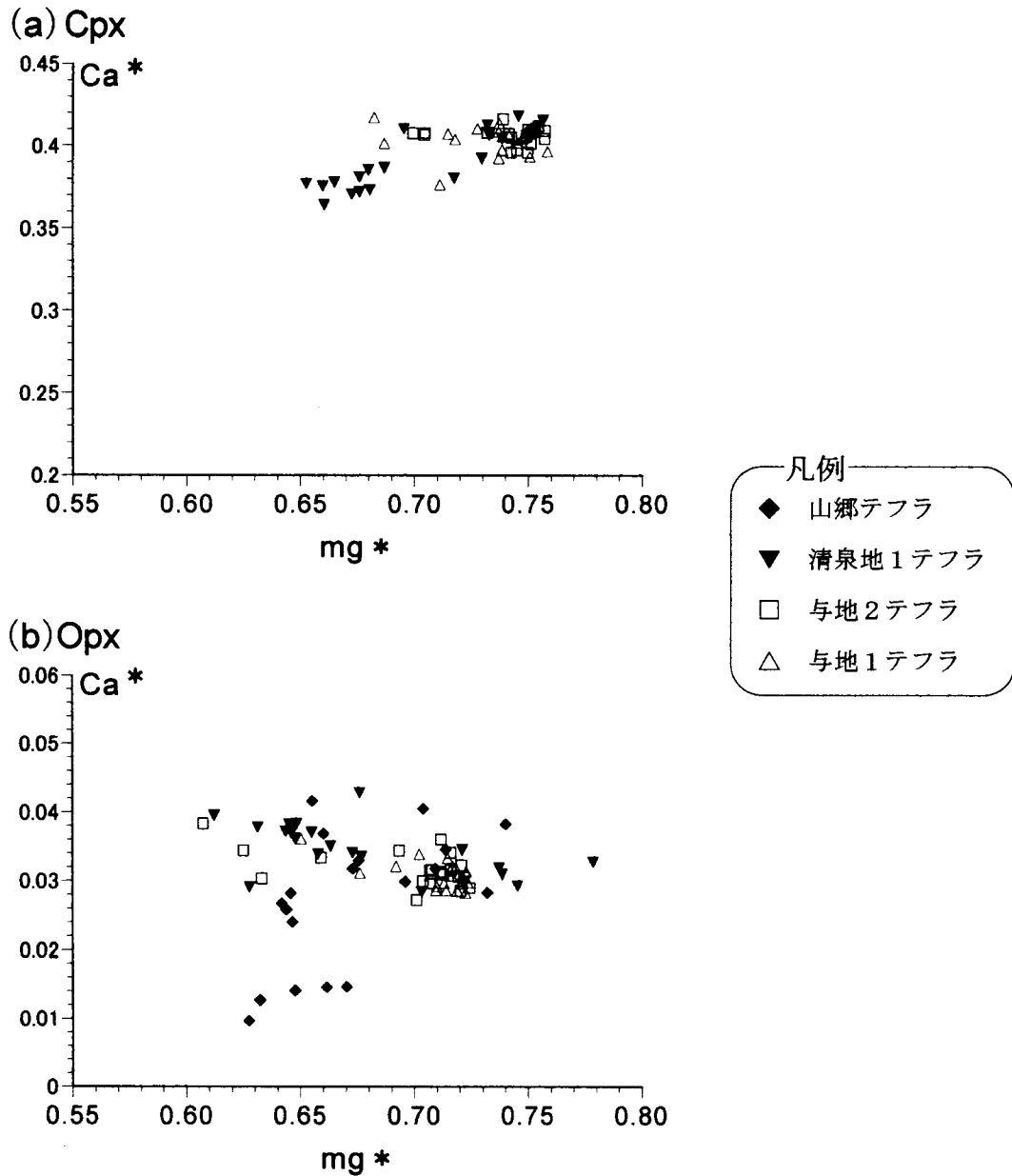


図5 (a) 清泉地1テフラ, 与地1テフラ, 与地2テフラに含まれる単斜輝石, (b) 山郷テフラ, 清泉地1テフラ, 与地1テフラ, 与地2テフラに含まれる斜方輝石の化学組成 (mg*値 (Mg/Mg+total Fe) とca*値 (Ca/Ca+Mg+total Fe) の関係図).

ある.

与地1テフラに含まれる単斜輝石の化学組成はmg* = 0.68-0.75, Ca* = 0.39-0.42, 斜方輝石の化学組成はmg* = 0.65-0.72, Ca* = 0.03-0.04の範囲にある. 与地2テフラに含まれる単斜輝石の化学組成はmg* = 0.70-0.76, ca* = 0.40-0.42, 斜方輝石の化学組成はmg* = 0.61-0.72, ca* = 0.03-0.04の範囲にある.

6. 給源火山の推定

松島ほか (1998) により, 今回分析したテフラの産状が報告されている. それによると各テフラの層厚は,

南田島テフラ: 約40cm, 豊岡テフラ: 約70cm, 東伊那テフラ: 約140cm, 本郷テフラ: 約10cm, 漆沢テフラ: 約100cmと本郷テフラを除き厚い層厚を持つ. このため, これらのテフラの給源は比較的近くの火山であると考えられる.

伊那谷の西側に位置し, 中期更新世に活動した火山に古期御岳火山 (山田・小林, 1988) がある. 古期御岳火山は約0.78-0.39Maにかけて活動し (Kioka et al, 1998), 多くのテフラを噴出した (松本盆地団体研究グループ, 2002). このため, この火山が伊那谷に降下テフラをもたらしたことは十分に考えられる.

東伊那テフラ (0.62±0.09Ma), 豊岡テフラ (0.53±0.19Ma) は, その年代値が古期御岳火山の活動年代と重なるためこの火山が給源である可能性が高い。

清泉地2テフラは, その年代値が測定されていないが, その岩石学的特徴が豊岡テフラに類似し (図2・3・4), 豊岡テフラと同様に田切礫層 (松島, 1966) に挟在するため (松島ほか, 1998), 豊岡テフラに対比される可能性が高い。このため古期御岳火山が給源である可能性がある。

清泉地1テフラ, 南田島テフラは田切礫層に挟在し (松島ほか, 1998), 清泉地2テフラに近い層準に位置しているため, これらのテフラも, 古期御岳火山が給源火山である可能性がある。

山郷テフラ (0.21±0.06Ma) と漆沢テフラ (1.97±0.20Ma) は, 誤差範囲を考慮に入れてもその年代値が古期御岳火山の活動期からはずれるため, 古期御岳火山以外の火山が給源であると考えられる。

本郷テフラの年代値 (0.75±0.21Ma) は, 古期御岳火山の活動期に重なるが, 本郷テフラの岩石学的特徴は漆沢テフラのものに類似する (図2・3・4) ため, 古期御岳火山が給源でない可能性がある。

与地1テフラ, 与地2テフラは岩石学的特徴が類似するため給源火山が同じであると考えられるが, 給源火山については現段階では言及できない。

7. おわりに

伊那谷に分布する10層の中部更新統テフラの特徴を明らかにし, 給源火山について考察を行った。

今回分析したテフラの多くが田切礫層に挟在する。田切礫層は中央アルプスの隆起にともなう堆積物とされている (松島, 1995) ため, これらのテフラの給源火山および対比, 層序関係, 詳細な年代が明らかになれば, この地域の地形発達史を組み立てる上で重要な鍵層になると考えられる。このため, 今後これらのテフラの産状を記載し, 古期御岳火山のテフラと詳細な

対比を行っていきたいと考えている。

本小論は中川村の村史編纂の一環として行った分析をまとめなおしたものである。伊那谷自然友の会の松島信幸氏と寺平宏氏にはテフラ試料を提供していただき, テフラの層序や産状に関して御教示いただいた。この場をお借りして感謝申し上げます。

引用文献

- Kioka, H., Furuyama, K., Miyake, Y., Sakai, J., Nagao, K., Ikemoto, M., Noiri, H. and Oda, K., 1998, K-Ar chronology of the Middle Pleistocene lavas at Ontake volcano, central Japan. *Earth Science*, **52**, 464-474.
- 小林国夫・清水秀樹・小林武彦, 1971, 御岳火山噴出物による Tephrochronology. 竹原平一教授記念論文集, 191-218.
- 松本盆地団体研究グループ, 2002, 古期御岳火山の地質. 地球科学, **56**, 65-85.
- 松島信幸, 1966, 伊那谷の段丘. 下伊那地質誌調査資料, **2**, 25p.
- 松島信幸, 1995, 伊那谷の造地形史—伊那谷の活断層と第四紀地質. 飯田市美術館調査報告書, **3**, 145p.
- 松島信幸・寺平宏, 1990, 飯島町誌上巻. 「飯島町の地形地質—付図2万5千分の1第四紀地質図—」, 11-136.
- 松島信幸・寺平宏・村松武, 1998, 伊那谷の活断層. 日本地質学会第105年学術大会見学旅行案書, 43-88.
- 竹本弘幸・百瀬貢・平林潔・小林武彦, 1987, 新期御岳テフラ層の層序と時代—中部日本における編年上の意義—. 第四紀研究, **25**, 337-352.
- 寺平宏, 2000, 伊那谷のテフラ—露頭記録を中心に—. 伊那谷自然史論集, **1**, 1-9.
- 山田直利・小林武彦 (1988) 御嶽山地域の地質. 地質調査所地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 136p.

付表1 山郷テフラ, 清泉地2テフラ, 清泉地1テフラ, 南田島テフラ, 豊岡テフラ, 東伊那テフラ, 本郷テフラ, 漆沢テフラに含まれる角閃石の化学組成(100%再計算した値). av:分析値の平均値, st:標準偏差.

	山郷テフラ			清泉地2テフラ			清泉地1テフラ		
	av(wt%)	st	st/av(%)	av(wt%)	st	st/av(%)	av(wt%)	st	st/av(%)
SiO ₂	47.29	2.98	6.31	41.59	0.26	0.64	42.81	1.54	3.59
TiO ₂	1.29	0.72	56.22	3.49	0.21	5.93	2.62	0.84	32.01
Al ₂ O ₃	7.54	2.72	36.04	12.31	0.21	1.74	11.32	1.75	15.44
FeO	15.70	3.14	20.00	12.61	0.31	2.46	15.29	5.10	33.36
MnO	0.53	0.23	42.79	0.43	0.15	34.25	0.50	0.21	41.93
MgO	13.56	2.11	15.54	14.06	0.19	1.36	12.45	3.43	27.51
CaO	11.28	0.52	4.57	10.99	0.12	1.11	10.87	0.38	3.47
Na ₂ O	1.78	0.61	34.52	3.10	0.20	6.36	2.69	0.55	20.33
K ₂ O	0.73	0.25	33.65	1.17	0.06	5.08	1.17	0.13	11.18
Cr ₂ O ₃	0.30	0.09	29.38	0.25	0.12	48.64	0.27	0.10	34.83

	南田島テフラ			豊岡テフラ			東伊那テフラ		
	av(wt%)	st	st/av(%)	av(wt%)	st	st/av(%)	av(wt%)	st	st/av(%)
SiO ₂	43.53	1.30	3.00	42.10	0.31	0.72	42.62	0.43	1.01
TiO ₂	1.96	0.43	21.70	3.45	0.16	4.63	2.91	0.14	4.68
Al ₂ O ₃	11.71	1.30	11.13	12.18	0.26	2.16	12.15	0.41	3.39
FeO	14.31	3.41	23.82	12.63	0.32	2.54	11.78	0.28	2.38
MnO	0.75	0.26	34.14	0.43	0.09	20.82	0.48	0.10	21.85
MgO	13.43	2.36	17.59	14.11	0.25	1.80	14.90	0.30	2.02
CaO	10.68	0.33	3.13	10.74	0.15	1.44	10.92	0.13	1.21
Na ₂ O	2.65	0.24	8.93	3.01	0.19	6.25	3.06	0.16	5.38
K ₂ O	0.75	0.16	21.64	1.10	0.09	7.85	0.91	0.08	8.89
Cr ₂ O ₃	0.24	0.12	50.08	0.26	0.09	33.28	0.27	0.10	37.63

	本郷テフラ			漆沢テフラ		
	av(wt%)	st	st/av(%)	av(wt%)	st	st/av(%)
SiO ₂	47.42	1.92	4.06	47.67	1.52	3.20
TiO ₂	1.46	0.37	25.64	1.20	0.27	22.79
Al ₂ O ₃	8.14	1.50	18.41	8.81	1.17	13.23
FeO	12.17	0.77	6.34	12.02	0.44	3.67
MnO	0.66	0.16	25.07	0.74	0.12	15.91
MgO	16.34	0.96	5.89	16.32	0.67	4.10
CaO	10.87	0.30	2.74	10.52	0.34	3.26
Na ₂ O	2.19	0.31	14.16	1.99	0.28	14.29
K ₂ O	0.47	0.14	30.14	0.47	0.14	30.65
Cr ₂ O ₃	0.28	0.11	38.81	0.26	0.08	31.10

付表2 清泉地1テフラ, 与地1テフラ, 与地2テフラに含まれる単斜輝石の化学組成(100%再計算した値).
av: 分析値の平均値. st: 標準偏差.

	清泉地1テフラ			与地1テフラ			与地2テフラ		
	av(wt%)	st	st/av(%)	av(wt%)	st	st/av(%)	av(wt%)	st	st/av(%)
SiO ₂	49.64	0.66	1.33	50.10	0.75	1.50	50.29	0.41	0.81
TiO ₂	0.89	0.16	18.43	0.78	0.21	26.26	0.69	0.14	20.73
Al ₂ O ₃	3.73	0.72	19.35	3.20	0.70	21.98	3.03	0.53	17.51
FeO	10.94	1.49	13.64	9.69	0.72	7.46	9.43	0.65	6.88
MnO	0.45	0.10	22.86	0.55	0.10	18.57	0.56	0.10	17.79
MgO	14.51	0.57	3.95	14.95	0.57	3.79	15.08	0.38	2.51
CaO	18.34	0.97	5.28	19.17	0.49	2.57	19.39	0.29	1.51
Na ₂ O	0.91	0.20	21.53	0.95	0.20	20.97	0.91	0.19	21.22
K ₂ O	0.20	0.08	38.79	0.23	0.05	21.16	0.26	0.06	22.40
Cr ₂ O ₃	0.40	0.12	29.06	0.37	0.11	30.42	0.37	0.11	29.71

付表3 山郷テフラ, 清泉地1テフラ, 与地1テフラ, 与地2テフラに含まれる斜方輝石の化学組成(100%再計算した値). av: 分析値の平均値. st: 標準偏差.

	山郷テフラ			清泉地1テフラ			与地1テフラ		
	av(wt%)	st	st/av(%)	av(wt%)	st	st/av(%)	av(wt%)	st	st/av(%)
SiO ₂	51.16	1.23	2.40	51.11	0.78	1.52	51.90	0.42	0.82
TiO ₂	0.42	0.11	27.44	0.50	0.14	28.11	0.43	0.09	19.98
Al ₂ O ₃	2.09	0.47	22.41	2.35	0.52	22.02	2.05	0.31	15.24
FeO	19.83	2.06	10.41	18.98	2.83	14.93	17.78	0.99	5.58
MnO	1.12	0.60	53.52	0.66	0.19	28.04	0.77	0.24	30.88
MgO	22.75	1.30	5.74	22.65	2.63	11.61	24.35	0.77	3.15
CaO	1.34	0.48	35.99	2.39	3.36	140.42	1.52	0.10	6.29
Na ₂ O	0.93	0.13	13.80	0.96	0.10	9.96	0.92	0.07	8.03
K ₂ O	0.19	0.05	28.30	0.19	0.08	40.78	0.16	0.07	44.91
Cr ₂ O ₃	0.18	0.09	50.98	0.20	0.08	42.10	0.13	0.07	54.23

与地2テフラ

	av(wt%)	st	st/av(%)
SiO ₂	51.62	0.60	1.16
TiO ₂	0.46	0.09	20.37
Al ₂ O ₃	2.04	0.38	18.52
FeO	18.50	1.85	9.99
MnO	0.81	0.22	27.82
MgO	23.79	1.44	6.03
CaO	1.56	0.12	7.88
Na ₂ O	0.88	0.15	16.69
K ₂ O	0.19	0.06	30.25
Cr ₂ O ₃	0.16	0.09	57.37