

飯山市西方大川層中の関屋テフラ層 (SK) と
新潟地域および掛川層群のテフラ層との対比

Widearea correlation of the Sekiya Tephra Bed
in the Ogawa Formation in the western Iiyama City
to the Niigata region and Kakegawa Group, central Japan

黒川勝己*・大橋明美**・青木豊樹***・樋口裕也****

KUROKAWA Katsuki*, OHASHI Akemi**,
AOKI Toyoki*** and HIGUCHI Yuya****

Abstract

The Sekiya Tephra Bed (SK) is intercalated in the Plio-Pleistocene Ogawa Formation in the western Iiyama City, Nagano Prefecture. It is about 10m in total thickness and can be divided into three units. In this paper, it is correlated to the Chw-2 Tephra Bed in the Nishiyama Formation in the Niigata region and also to the Iwaname III~V Tephra Beds in the Kakegawa Group of the Pacific Ocean side. The age of the Sekiya Tephra Bed was inferred to be around 2.2Ma. On the basis of the Sekiya and T4 (SK110) (around 1.63Ma) Tephra Beds, the Ogawa Formation (about 1600m in thickness) was suspected to be 2.5-1.0Ma in age and 88cm/1000yr in the sedimentary rate. This sedimentary basin along the western side of the Chikuma river was inverted to the rapid uplift and tectonic regime after around 1Ma to the present.

Key words: Sekiya Tephra, Chw Tephra, Iwaname Tephra, Iozumi Tephra, correlation, Pliocene, Ogawa Formation, Nagano, Niigata, Kakegawa Group, Chikuma river

はじめに

長野県飯山市西方には、ほぼ現在の千曲川の流路の方向に調和的に鮮新-更新統の大川層が分布する。大川層は上部浅海域から河川域に堆積した地層で、

その年代と対比を検討することは、現在「信濃川地震帯」とされる地域のテクトニクスを復元する上でも重要であると考えられる。

大川層には多くのテフラ層が挟在しているが、このうち、その下半部に挟在する関屋テフラ層 (SK) と、その上半部に挟在する T4 テフラ層がと

2005年11月30日受理

Received November 30, 2005

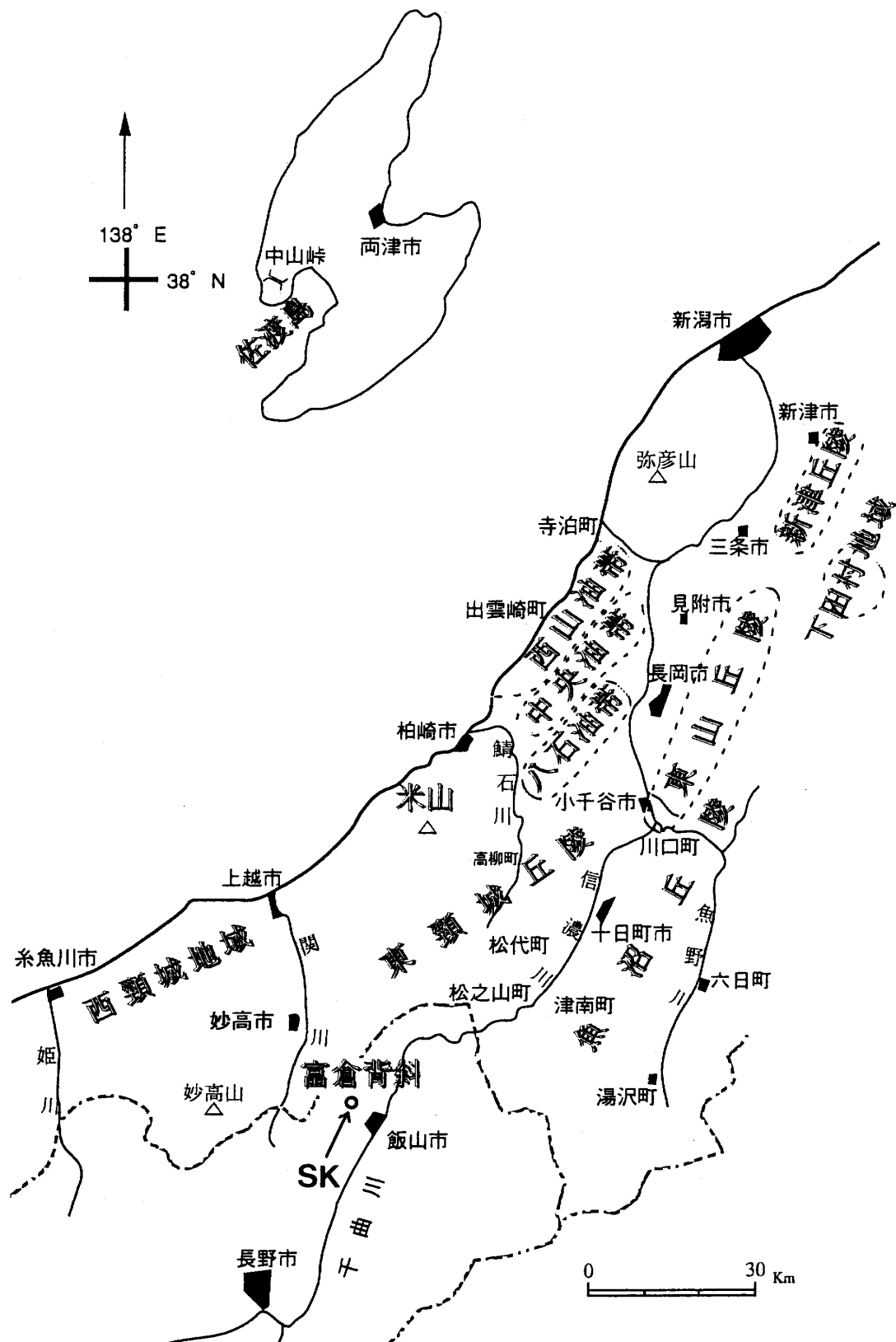
*新潟大学教育人間科学部地学教室 〒950-2181 新潟市五十嵐2の町8050

Faculty of Education and Human Sciences, Niigata University, Niigata, 950-2181 Japan.

**柏崎市立高柳小学校 〒945-1502 柏崎市高柳町岡野町1485-3

***新潟県立新発田南高等学校 〒957-0056 新発田市大栄町3-6-6

****三条市立第四中学校 〒955-0013 三条市大字井栗丙125



第1図 長野県北東部～新潟地域の地質地域区分と関屋テフラ層（SK）の検討地点（模式地）の位置。富倉背斜としたのは富倉背斜地域の略で、長野県飯山市と新潟県妙高市の境界部にそってNNE-SSW方向にのびている。

くによく連続する (柳沢ほか, 2001). T4テフラ層は既に新潟地域の SK110テフラ層に対比され (青木・黒川, 1999), その年代は1.65ないし1.60Maと想定されるが, 関屋テフラ層 (SK) についてはまだ対比が行われていない. そこで今回, 関屋テフラ層 (SK) と新潟地域, および静岡県掛川地域のテフラ層との対比を検討した.

本研究を行うにあたり, 新潟大学自然科学研究科の平中宏典さんには図表の完成にご協力いただき, また新潟大学大学院教育学研究科の丹 真紀子さんと鶴岡市立第二中学校の矢萩春菜さんには関屋テフラ層の野外調査にご協力いただいた. なお本研究の一部に日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究C「日本列島における中新世以降の広域テフラの検出とそれらの拡散・堆積機構の検討」(課題番号16540412; 研究代表者黒川勝己) を使用した.

関屋テフラ層 (SK)

1. 大川層の地質概略

大川層 (斉藤ほか, 1962) は長野県飯山市と新潟県妙高市の境界部に位置する富倉背斜 (第1図) の東翼に位置し, 豊野町北方から飯山市の西方~北方へと連続し, さらに新潟県の関田山地北側の魚沼層群に連続する.

大川 (おおがわ) 層は海成の塊状細粒砂岩層からなる堰口 (せぐち) 層に整合に重なり, その上位は飯山市西方より南側では火山砕屑岩類を主とする屋敷層に不整合に覆われる. 大川層は全層厚約1700mで, 海成層と河川成層が繰り返す下部と, ほとんどが礫岩, 砂岩, 泥岩などの河川成層からなる主部に区分され, さらに北部の関田山地では野々海川火砕岩部層が大川層主部の上部と大規模に指交する (柳沢ほか, 2001). これらはほぼ現在の千曲 (ちくま) 川の流路に調和的な NNE-SSW の走向を示し, 東に40°ないし80°で千曲川の方に傾斜し, 南部では一部逆転している. なお関屋テフラ層 (SK) とT4テフラ層はともに大川層主部に挟在し, 関屋テフラ層 (SK) は大川層の基底から約500m上位, T4テフラ層は約1000m上位の層準に見出される.

2. 関屋テフラ層 (SK) の検討

今回, 関屋テフラ層 (SK) の検討は飯山市関屋の松田川河床で行った (第2図). この地点を関屋テフラ層の模式地とする. なお松田川は長沢川の上流で, 富倉背斜地域を越えて新潟県に流下する.

関屋テフラ層 (SK) は大川層主部のシルト層中に挟在し, 全層厚約10m. その5m上位および6m上位にもテフラ層が見出される. これらもここを模式地として関屋5m上位テフラ層 (SK 5m) および関屋6m上位テフラ層 (SK 6m) と呼称することにする. 関屋6m上位テフラ層の上位には斜交ラミナの発達した凝灰質砂層が重なる. 以下, これらのテフラ層について記載する. なお構成粒子の検討は3φ~4φ (1/8mm-1/16mm) の粒度で行った. また火山ガラスのEPMA分析は新潟大学自然科学研究科のJXA8600型を用い, 加速電圧15keV, 試料電流 1.3×10^{-8} A, ビーム径はおよそ20μmで大橋が行い, oxide ZAF法で補正した.

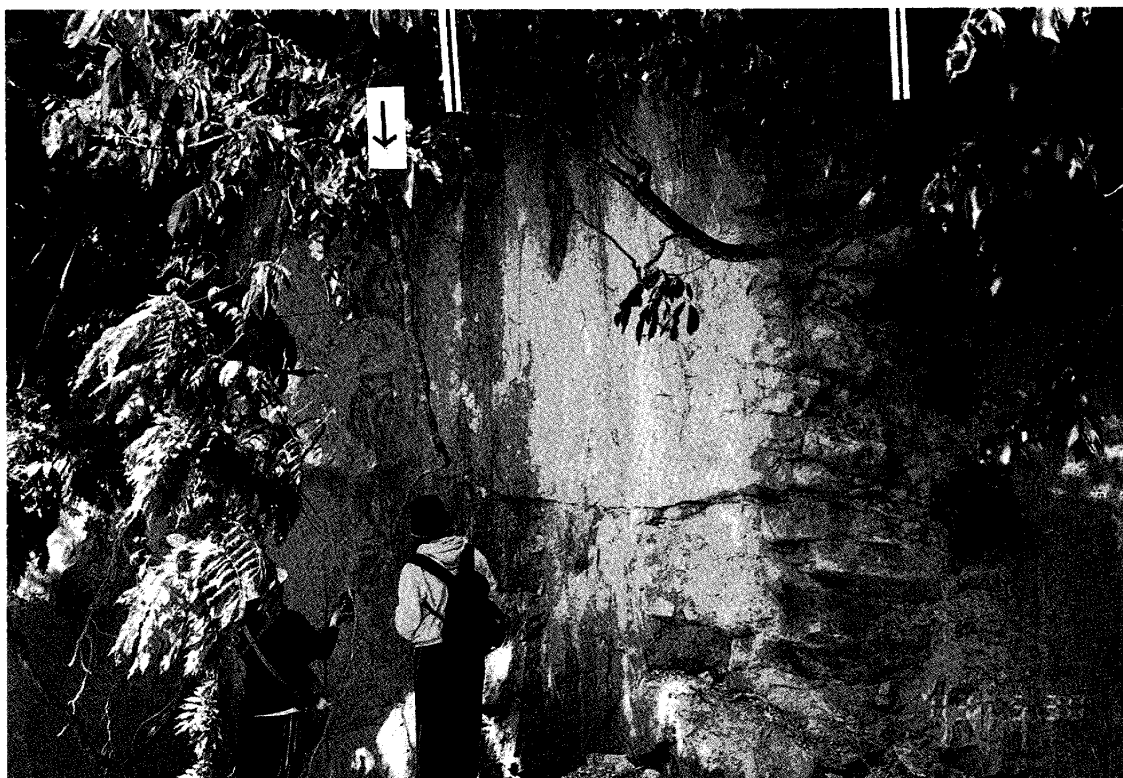
(1) 関屋テフラ層 (SK)

〔産状〕全層厚約10m. 基底の約50cm (基底部) (第3図) は中粒砂ないし細粒砂2サイズで, ごく弱く正級化している. その上位約7m (中部) は粗粒砂ないし細粒砂サイズで, 部分的に低角の斜交ラミナが発達し (第5図), また径2cm程度までのパミスを含む. 中部の上部は細粒砂ないしシルトサイズで, 大型のコンボルトラミナが見られる (第7, 8図). 関屋テフラ層の上部は層厚約250cmで (カラー図版1), その基底の約50cmは粗粒砂サイズで, 径3cm程度までのパミスを含み, 低角で大型の斜交ラミナが発達する. その上位は細粒砂サイズからシルトサイズに級化し, やはり低角の斜交ラミナが発達する. 最上部の厚さ約60cmはシルトサイズでやや固結し, 層理面に垂直な縦のクラックが発達している. 関屋テフラ層 (SK) の上位には凝灰質砂層が重なる. 以上の堆積構造と次に述べる記載岩石学的特徴の相違から, 模式地における関屋テフラ層 (SK) は基底部 (ユニットI), 中部 (ユニットII), および上部 (ユニットIII) の3つのユニットに分けられると考えられる.

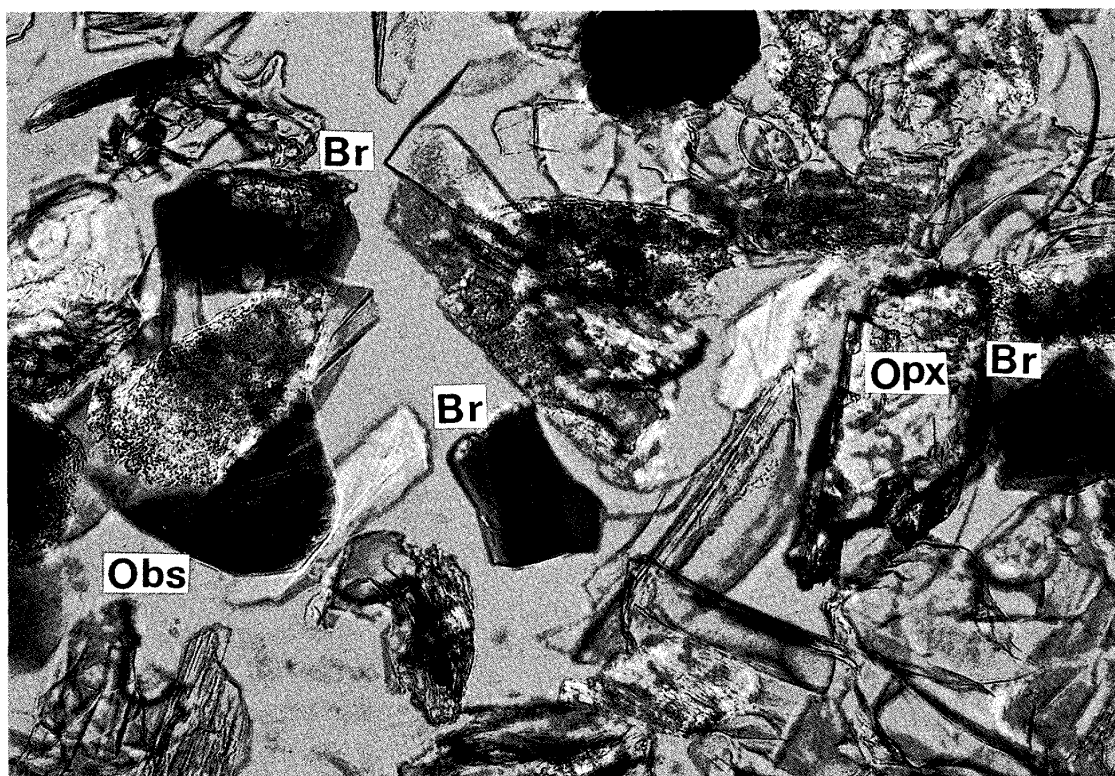
〔記載岩石学的特徴〕関屋テフラ層の構成粒子の記載岩石学的特徴はその基底部, 中部および上部でとくに火山ガラスの形状と褐色ガラスの含有量においてそれぞれに異なっている. 基底部はガラス質で, 20%程度の斜長石を含む. ガラスは micropumice 型や microfiber 型の多孔質型がほとんどを占める (第4図). 褐色ガラスはほとんど含まれない. 有色鉱物は斜方輝石が多く, ほかに鉄鉱物と微量の黒雲母を含む. 中部はガラス質結晶火山灰で, 40%程度の斜長石を含む (第6図). ガラスはやや厚手の bubble wall 型と多孔質型が混在し, それらの中間



第2図 飯山市関屋における関屋テフラ層 (SK Tephra Bed) の検討位置 (模式地). 国土地理院発行5万分の1地形図「飯山」を使用した.



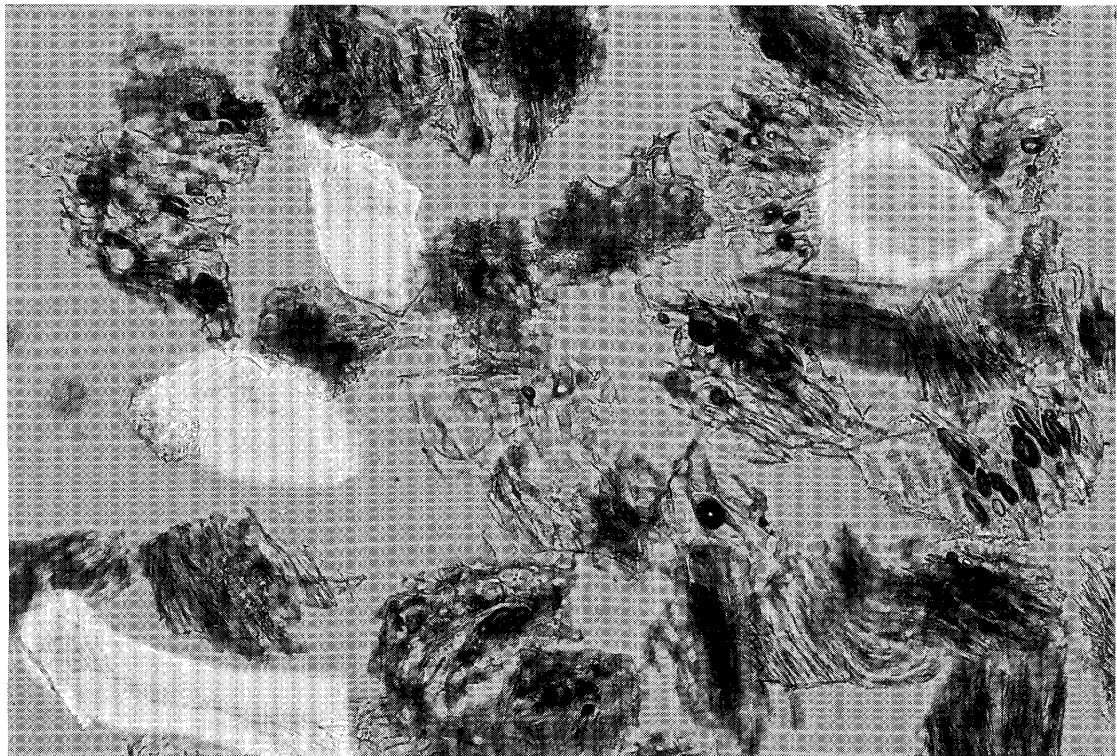
カラー図版1 飯山市関屋における大川層中の関屋テフラ層（SK）（模式地）の産状（全層厚約10m）。地層はほぼ直立しているが、右側（東側）が上位で、左側の線までがその中部（ユニットII）、右側の線までがその上部（ユニットIII）。矢印の位置に大型のコンボルトラミナが見られる。



カラー図版2 飯山市関屋における関屋テフラ層（SK）上部（ユニットIII）の構成粒子（3φ～4φ）。褐色ガラス（brown glass shards: Br）を多く含み、黒曜石片（obsidian: Obs）も見られる。Opxは斜方輝石（orthopyroxene）で、白く見えるのは斜長石。



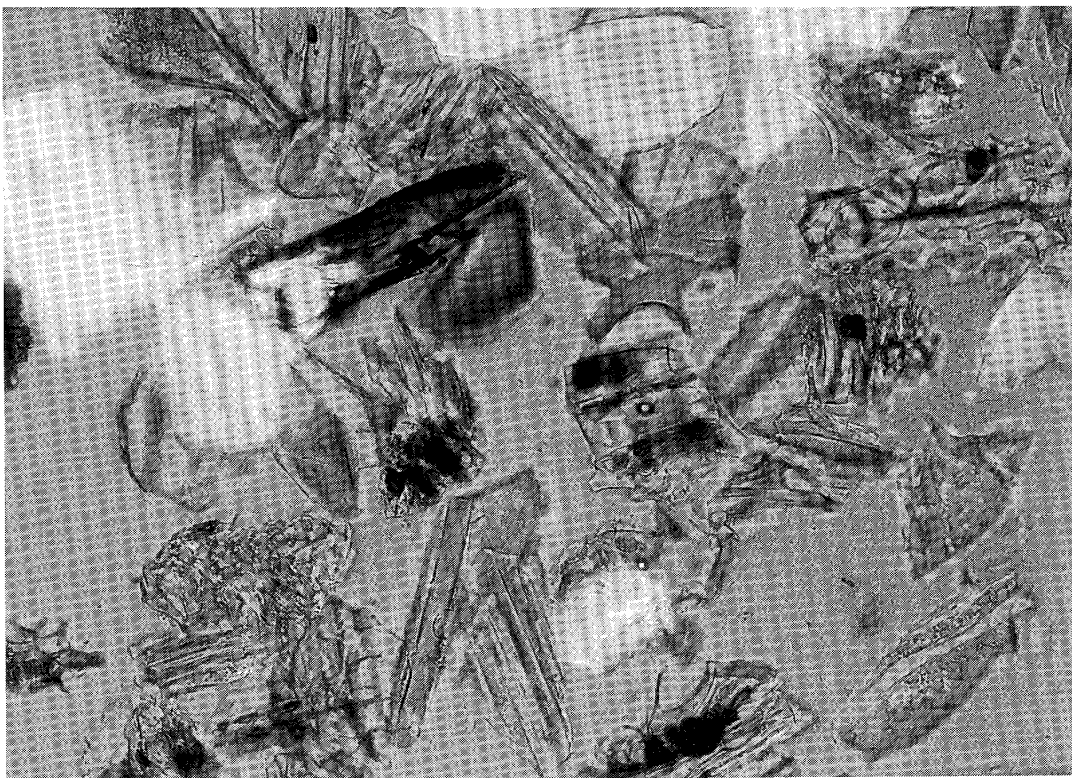
第3図 飯山市関屋における関屋テフラ層（SK）の基底部（ユニットI）の産状.



第4図 関屋テフラ層（SK）の基底部（ユニットI）の構成粒子（1/8-1/16mmの粒度）. 多孔質型の火山ガラスが多い（上方ニコルを直交の位置から約30°回転させて撮影した. 以下の偏光顕微鏡写真についても同様）.



第5図 飯山市関屋における関屋テフラ層（SK）の中部（ユニットII）の産状．線から右側は上部（ユニットIII）である．



第6図 関屋テフラ層（SK）の中部（ユニットII）の構成粒子（1/8-1/16mmの粒度）．



第7図 関屋テフラ層（SK）の中部（ユニットII）の最上部に見られる大型のコンボルトラミナ．
第8図の拡大写真．



第8図 関屋テフラ層（SK）の中部（ユニットII）の上半から上部（ユニットIII）にかけてのよう
す．重力流堆積物としての特徴を示す．

型も見られる。ごく少量の褐色ガラスを含む。有色鉱物として斜方輝石を全体の4%程度含むほか、単斜輝石、鉄鉱物、ホルンブレンド、黒雲母と微量の褐れん石、ジルコンを含む。上部もガラス質結晶火山灰で、30%程度の斜長石を含む。ガラスはやや厚手のbubble wall型と中間型が多い。褐色ガラスを多く含み、火山ガラスのうちの20%程度を占める(カラー図版2)。また黒曜石片状のものも見られる。有色鉱物として斜方輝石のほか、鉄鉱物と少量の単斜輝石、ホルンブレンド、黒雲母を含む。

〔火山ガラスの化学組成〕関屋テフラ層(SK)の火山ガラスの化学組成を、基底部、中部および上部について第1表、第2表、および第3表に示した。これらは構成粒子の記載岩石学的特徴に相違が認められるにもかかわらず、火山ガラスの化学組成については有意の差は認められない。いずれも Al_2O_3 がおおむね12.5-13.1%, FeO は1.0-1.4%, CaO が0.65-0.80%の範囲にあり、また K_2O が5.4-5.9%前後の高い値を示す。このように、火山ガラスの化学組成に有意の差が認められないことは、これらの各ユニットを構成する火山ガラスは同一のマグマに由来することを示していると考えられる。

(2) 関屋5 m上位テフラ層 (SK 上5 m)

〔産状〕関屋テフラ層(SK)の5 m上位の凝灰質シルト層中の挟在し、層厚約45cm。中粒砂ないし細粒砂サイズで、比較的塊状である(第9図)。

〔記載岩石学的特徴〕ガラス質で、15%程度の斜長石を含む。また10%前後の異質粒子を含む。ガラスは小さな気泡を内包するF(不発)型が多い(第10図)。少量の褐色ガラスを含む。有色鉱物として斜方輝石のほか単斜輝石もやや多く含み、ほかに鉄鉱物、ホルンブレンド、黒雲母、褐れん石を含む。

〔火山ガラスの化学組成〕関屋5 m上位テフラ層(SK 上5 m)の火山ガラスの化学組成を第4表に示した。 Al_2O_3 がおおむね12.3-12.6%, FeO は1.0-1.3%であり、 CaO は0.5-0.6%の低い値を示す。また K_2O が5.0-5.4%前後の高い値を示す。

(3) 関屋6 m上位テフラ層 (SK 上6 m)

〔産状〕関屋テフラ層(SK)の6 m上位、関屋5 m上位テフラ層の約1 m上位に見られ、層厚約20cm(第11図)。凝灰質シルト層に重なる白色極細粒砂ないしシルトサイズのテフラ層で、その上位には斜交ラミナの発達した凝灰質砂層が重なる。

〔記載岩石学的特徴〕ガラス質で、10%程度の斜長

石を含む。ガラスはbubble wall型や中間型が多い(第12図)。やや多くの褐色ガラスを含む。有色鉱物は少ないが、黒雲母のほか斜方輝石、単斜輝石、鉄鉱物が認められる。

〔火山ガラスの化学組成〕関屋6 m上位テフラ層(SK 上6 m)の火山ガラスの化学組成を第5表に示した。 Al_2O_3 がおおむね12.5-12.9%, CaO は0.72-0.90%の値を示す。また FeO は1.2-1.6%のやや高い値を示す。 K_2O はおおむね4.1-4.8%の範囲にある。

新潟地域のテフラ層との対比

関屋テフラ層(SK)は大川層において、新潟地域のSK110テフラ層に対比されるT4テフラ層の約500m下位に見出される。このことを念頭に置きつつ、火山ガラスの形状や斜方輝石を主とする有色鉱物の特徴が関屋テフラ層(中部)に類似したものとしては西山層中の不動滝パミス質テフラ層(Fup)および中永白色ガラス質テフラ層(Chw)のうちのChw-1およびChw-2テフラ層がある。有色鉱物についてはこれら3つのテフラ層とも斜方輝石と鉄鉱物が多く、ほかに単斜輝石、ホルンブレンド、黒雲母などを含み、関屋テフラ層と類似している。Fupテフラ層の火山ガラスはやや多孔質型と褐色ガラスが多いが、Chw-1およびChw-2テフラ層の火山ガラス(第14図)の形状は関屋テフラ層の中部(ユニットII)に類似している。ただしChw-1の火山ガラスはChw-2にくらべて多孔質型ガラスがわずかに多い傾向がある。

中永白色ガラス質テフラ層(Chw)の模式地(黒川ほか, 1989)である長岡市三島町中永では、Fupテフラ層(層厚40cm)の約10m上位にChw-1テフラ層(層厚12cm)が、その25cm上位にChw-2テフラ層(層厚30cm)が(第13図)、その68cm上位にChw-3テフラ層(層厚6cm)が、その100cm上位にChw-4テフラ層(層厚5cm)が見出される。第6表~第10表にはこれら5層のテフラ層の火山ガラスの化学組成を示した。

Fup, Chw-1 および Chw-2 テフラ層のうち、Chw-2テフラ層の火山ガラスの化学組成が Na_2O と K_2O のわずかな逆転のほかは関屋テフラ層とよく一致する(カラー図版3)。両テフラ層ともたとえば FeO はおおむね1.0-1.4%, CaO は0.65-0.80%程度の値を示す。これに対し、FupとChw-1の火山ガラスは FeO はおおむね1.2-1.6%, CaO は0.85-

第1表 飯山市関屋(模式地)における関屋テフラ層(SK)の基底部(ユニットI)の火山ガラスの化学組成. (r4)はEPMA分析において4回目のラウンドで測定したことを示し, 以下rの数字が同じものは, 同じラウンドで測定したことを示す.

Sample name	関屋(基底) (r4)												
SiO ₂	69.88	68.35	69.97	69.30	70.31	68.31	69.62	69.69	68.85	69.50	69.99	70.61	68.58
TiO ₂	0.09	0.06	0.07	0.11	0.12	0.06	0.02	0.07	0.04	0.06	0.05	0.06	0.03
Al ₂ O ₃	11.71	11.63	11.87	11.43	11.81	11.51	11.60	11.58	11.26	11.57	11.58	11.87	11.58
FeO*	0.96	0.96	1.03	0.85	1.09	1.17	1.28	1.10	1.10	1.08	1.11	1.24	1.19
MnO	0.05	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.04	0.03	0.00	0.06	0.10	0.05	0.00
MgO	0.03	0.07	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.05	0.04	0.05	0.04	0.03	0.02
CaO	0.71	0.62	0.65	0.66	0.66	0.72	0.69	0.66	0.63	0.71	0.68	0.69	0.71
Na ₂ O	2.61	2.27	2.61	2.19	2.76	2.69	2.73	2.35	2.13	2.84	2.49	2.77	2.79
K ₂ O	5.44	5.15	5.37	5.02	5.41	5.49	5.20	5.29	4.86	5.50	5.28	5.35	5.42
Total	91.47	89.11	91.62	89.60	92.21	89.98	91.19	90.83	88.91	91.37	91.32	92.66	90.33
SiO ₂	76.39	76.70	76.37	77.35	76.25	75.92	76.34	76.73	77.44	76.06	76.64	76.21	75.92
TiO ₂	0.10	0.06	0.08	0.12	0.12	0.06	0.02	0.08	0.04	0.07	0.06	0.07	0.03
Al ₂ O ₃	12.80	13.05	12.96	12.76	12.81	12.79	12.72	12.75	12.67	12.66	12.69	12.81	12.82
FeO*	1.05	1.08	1.12	0.95	1.18	1.30	1.40	1.21	1.23	1.18	1.22	1.34	1.32
MnO	0.06	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.05	0.03	0.00	0.07	0.10	0.06	0.00
MgO	0.03	0.08	0.04	0.04	0.03	0.04	0.02	0.06	0.05	0.06	0.04	0.03	0.03
CaO	0.77	0.69	0.71	0.73	0.72	0.80	0.75	0.73	0.70	0.77	0.75	0.74	0.79
Na ₂ O	2.85	2.55	2.85	2.45	2.99	2.99	2.99	2.59	2.40	3.10	2.73	2.99	3.09
K ₂ O	5.94	5.78	5.86	5.60	5.87	6.10	5.70	5.83	5.47	6.02	5.78	5.77	6.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* :Total Fe as FeO

Sample name	関屋(基底) (r4)									
SiO ₂	68.10	66.71	69.41	69.57	68.57	70.15	70.11	68.09	69.14	70.32
TiO ₂	0.10	0.05	0.08	0.07	0.04	0.11	0.00	0.07	0.05	0.07
Al ₂ O ₃	11.90	11.24	11.55	11.83	11.47	11.80	11.82	12.94	11.37	11.57
FeO*	1.13	1.09	1.04	1.06	1.05	1.19	1.00	1.00	1.03	1.08
MnO	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00
MgO	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.01	0.03	0.04
CaO	0.72	0.70	0.70	0.71	0.76	0.64	0.68	1.09	0.61	0.68
Na ₂ O	2.54	2.42	2.63	2.50	2.56	2.47	2.36	2.84	2.19	2.17
K ₂ O	5.41	4.98	5.45	5.28	5.05	5.33	5.16	4.99	4.99	5.13
Total	89.94	87.24	90.88	91.06	89.54	91.73	91.25	91.02	89.41	91.07
SiO ₂	75.72	76.46	76.37	76.39	76.58	76.47	76.83	74.81	77.32	77.22
TiO ₂	0.11	0.06	0.09	0.08	0.05	0.12	0.00	0.07	0.06	0.08
Al ₂ O ₃	13.23	12.88	12.70	13.00	12.81	12.86	12.95	14.21	12.71	12.71
FeO*	1.25	1.25	1.15	1.16	1.17	1.30	1.09	1.09	1.16	1.19
MnO	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00
MgO	0.06	0.05	0.04	0.05	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04
CaO	0.79	0.80	0.77	0.78	0.85	0.69	0.74	1.20	0.68	0.75
Na ₂ O	2.82	2.77	2.89	2.74	2.86	2.69	2.59	3.12	2.45	2.39
K ₂ O	6.01	5.71	5.99	5.80	5.64	5.81	5.65	5.48	5.58	5.64
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* :Total Fe as FeO

第2表 飯山市関屋（模式地）における関屋テフラ層中部（ユニットII）の火山ガラスの化学組成.

Sample name	関屋(中部) (r4)												
SiO ₂	70.37	69.90	70.10	70.29	69.76	70.28	70.51	69.60	68.65	71.02	69.57	70.27	66.17
TiO ₂	0.05	0.09	0.12	0.07	0.00	0.07	0.11	0.07	0.06	0.06	0.04	0.09	0.17
Al ₂ O ₃	11.69	11.95	11.68	11.58	11.49	11.63	11.85	11.54	11.60	11.71	11.60	11.78	11.83
FeO*	0.97	0.93	1.21	1.03	1.06	1.08	1.00	1.20	1.11	1.01	1.13	1.02	1.53
MnO	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.08	0.00	0.08	0.04	0.03	0.02
MgO	0.03	0.06	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.06	0.04	0.06	0.04	0.04	0.07
CaO	0.61	0.62	0.65	0.62	0.64	0.62	0.62	0.60	0.72	0.64	0.63	0.66	0.87
Na ₂ O	2.76	2.33	2.75	2.98	2.76	2.85	2.71	2.67	2.64	3.03	2.70	2.53	3.00
K ₂ O	5.37	5.06	5.36	5.06	5.37	5.50	5.32	5.65	5.28	5.24	5.29	5.39	4.81
Total	91.87	90.93	91.92	91.65	91.11	92.11	92.15	91.46	90.10	92.84	91.03	91.81	88.46
SiO ₂	76.60	76.87	76.26	76.69	76.57	76.29	76.52	76.10	76.19	76.49	76.42	76.54	74.80
TiO ₂	0.06	0.10	0.13	0.08	0.00	0.07	0.12	0.08	0.07	0.07	0.04	0.10	0.19
Al ₂ O ₃	12.73	13.14	12.70	12.64	12.61	12.63	12.86	12.62	12.87	12.61	12.74	12.83	13.37
FeO*	1.05	1.02	1.31	1.12	1.16	1.17	1.09	1.31	1.24	1.09	1.24	1.11	1.73
MnO	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	0.09	0.00	0.08	0.05	0.03	0.02
MgO	0.04	0.07	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.06	0.05	0.06	0.05	0.04	0.08
CaO	0.67	0.69	0.70	0.68	0.70	0.68	0.67	0.65	0.80	0.69	0.69	0.72	0.98
Na ₂ O	3.01	2.56	2.99	3.25	3.03	3.09	2.94	2.92	2.93	3.26	2.96	2.76	3.39
K ₂ O	5.85	5.56	5.83	5.52	5.89	5.97	5.77	6.18	5.86	5.64	5.81	5.87	5.44
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*:Total Fe as FeO

Sample name	関屋(中部) (r4)											
SiO2	70.62	68.57	70.27	69.30	69.22	67.49	69.95	69.98	68.94	70.45	70.30	70.94
TiO2	0.04	0.07	0.08	0.09	0.06	0.12	0.04	0.08	0.02	0.10	0.04	0.07
Al2O3	11.67	11.42	11.61	11.63	11.35	12.75	11.69	11.60	11.68	11.62	11.60	11.92
FeO*	1.01	0.98	1.16	1.09	1.02	1.99	1.23	1.14	1.10	1.25	1.15	1.25
MnO	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.10	0.05	0.00	0.07	0.09	0.01	0.03
MgO	0.02	0.04	0.03	0.06	0.02	0.11	0.04	0.03	0.04	0.06	0.06	0.06
CaO	0.64	0.73	0.63	0.60	0.64	1.19	0.71	0.71	0.63	0.70	0.72	0.66
Na2O	3.00	3.11	2.77	3.06	2.77	3.71	2.77	2.82	2.81	2.37	2.96	2.51
K2O	5.30	4.92	5.40	5.31	5.26	4.08	5.16	5.13	5.30	5.15	5.40	5.17
Total	92.33	89.85	91.96	91.13	90.34	91.53	91.63	91.48	90.59	91.78	92.23	92.59
SiO2	76.49	76.32	76.41	76.05	76.62	73.73	76.34	76.50	76.10	76.76	76.23	76.61
TiO2	0.04	0.08	0.08	0.09	0.07	0.13	0.05	0.09	0.02	0.11	0.04	0.07
Al2O3	12.64	12.71	12.62	12.76	12.56	13.92	12.75	12.68	12.90	12.66	12.58	12.87
FeO*	1.09	1.09	1.26	1.19	1.13	2.17	1.34	1.25	1.21	1.36	1.25	1.34
MnO	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.11	0.06	0.00	0.08	0.09	0.01	0.04
MgO	0.02	0.04	0.03	0.06	0.02	0.12	0.04	0.03	0.05	0.06	0.06	0.06
CaO	0.69	0.82	0.69	0.66	0.71	1.30	0.77	0.77	0.70	0.76	0.78	0.71
Na2O	3.25	3.46	3.02	3.36	3.07	4.05	3.03	3.08	3.10	2.58	3.20	2.71
K2O	5.74	5.48	5.87	5.82	5.83	4.46	5.63	5.60	5.85	5.61	5.85	5.58
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*:Total Fe as FeO

第3表 飯山市関屋(模式地)における関屋テフラ層上部(ユニットIII)の火山ガラスの化学組成.

Sample name	関屋(上部) (r4)												
SiO ₂	70.41	70.05	70.36	70.14	69.66	71.81	72.06	72.37	71.44	70.25	69.96	72.88	69.77
TiO ₂	0.06	0.06	0.08	0.05	0.02	0.08	0.06	0.08	0.06	0.08	0.10	0.05	0.08
Al ₂ O ₃	11.70	11.93	11.81	11.65	11.52	12.09	11.82	12.01	11.88	11.86	11.83	12.35	11.68
FeO*	1.15	1.00	1.05	0.95	1.19	1.15	1.02	1.09	1.03	1.03	1.13	1.10	1.20
MnO	0.08	0.06	0.08	0.00	0.07	0.02	0.05	0.01	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00
MgO	0.04	0.08	0.06	0.05	0.07	0.04	0.04	0.06	0.06	0.06	0.02	0.07	0.03
CaO	0.66	0.80	0.69	0.61	0.64	0.71	0.71	0.74	0.59	0.71	0.66	0.69	0.74
Na ₂ O	3.10	2.69	3.06	2.90	2.71	3.44	3.12	3.53	3.32	3.18	2.95	3.49	3.37
K ₂ O	4.89	5.12	5.17	5.25	4.88	4.73	5.45	4.69	4.97	4.95	5.19	4.70	4.96
Total	92.08	91.79	92.34	91.59	90.75	94.06	94.32	94.56	93.37	92.13	91.84	95.35	91.83
SiO ₂	76.47	76.31	76.19	76.58	76.76	76.35	76.40	76.53	76.51	76.26	76.18	76.44	75.97
TiO ₂	0.07	0.06	0.09	0.05	0.02	0.09	0.06	0.09	0.07	0.09	0.11	0.05	0.09
Al ₂ O ₃	12.70	13.00	12.79	12.72	12.69	12.85	12.53	12.70	12.72	12.87	12.89	12.95	12.72
FeO*	1.25	1.09	1.14	1.03	1.31	1.22	1.08	1.15	1.11	1.12	1.23	1.15	1.30
MnO	0.08	0.07	0.08	0.00	0.08	0.02	0.06	0.01	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00
MgO	0.04	0.08	0.06	0.06	0.08	0.04	0.04	0.06	0.06	0.07	0.02	0.07	0.03
CaO	0.71	0.87	0.75	0.67	0.71	0.75	0.75	0.78	0.63	0.77	0.72	0.73	0.81
Na ₂ O	3.37	2.93	3.31	3.16	2.98	3.65	3.31	3.73	3.55	3.45	3.21	3.66	3.67
K ₂ O	5.31	5.58	5.60	5.73	5.38	5.03	5.78	4.95	5.32	5.37	5.65	4.93	5.40
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*: Total Fe as FeO

Sample name	関屋(上部) (r4)												
SiO ₂	69.60	69.78	71.61	68.82	70.38	70.73	69.25	72.18	67.00	70.01	69.88	72.23	
TiO ₂	0.05	0.09	0.14	0.10	0.06	0.07	0.10	0.13	0.12	0.08	0.05	0.04	
Al ₂ O ₃	11.73	11.62	11.78	11.36	11.68	11.71	11.68	11.94	11.40	11.64	11.55	12.03	
FeO*	1.21	0.98	0.52	1.18	1.20	1.00	1.08	0.96	0.96	1.21	1.12	1.13	
MnO	0.16	0.00	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	
MgO	0.04	0.05	0.08	0.05	0.04	0.03	0.05	0.05	0.03	0.05	0.04	0.06	
CaO	0.65	0.62	0.59	0.61	0.56	0.67	0.62	0.80	0.70	0.66	0.58	0.66	
Na ₂ O	3.47	2.96	3.12	3.02	3.27	3.06	3.10	3.06	3.44	2.89	3.20	2.90	
K ₂ O	4.81	5.01	4.88	5.07	5.00	5.05	4.95	5.19	4.91	5.17	4.95	5.21	
Total	91.70	91.11	92.79	90.22	92.21	92.31	90.82	94.31	88.56	91.76	91.40	94.25	
SiO ₂	75.90	76.59	77.18	76.28	76.33	76.62	76.25	76.53	75.65	76.30	76.45	76.63	
TiO ₂	0.05	0.10	0.15	0.12	0.07	0.07	0.11	0.14	0.14	0.09	0.05	0.04	
Al ₂ O ₃	12.79	12.76	12.70	12.59	12.67	12.69	12.86	12.66	12.87	12.69	12.63	12.76	
FeO*	1.32	1.07	0.56	1.30	1.30	1.08	1.19	1.02	1.09	1.32	1.23	1.20	
MnO	0.17	0.00	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	
MgO	0.04	0.05	0.09	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.03	0.05	0.04	0.07	
CaO	0.71	0.68	0.64	0.68	0.61	0.73	0.68	0.84	0.79	0.72	0.63	0.70	
Na ₂ O	3.79	3.25	3.36	3.34	3.55	3.32	3.41	3.25	3.89	3.15	3.50	3.08	
K ₂ O	5.24	5.50	5.26	5.62	5.42	5.47	5.45	5.50	5.54	5.64	5.41	5.53	
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

*: Total Fe as FeO

第4表 飯山市関屋（模式地）における関屋5 m上位テフラ層（SK 上5 m）の火山ガラスの化学組成.

Sample Name	Sk上5m (r7)												
SiO ₂	72.65	73.19	72.28	70.49	71.77	71.36	72.24	71.26	71.72	71.93	72.06	72.12	71.86
TiO ₂	0.08	0.06	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.04	0.12	0.09	0.12	0.09	0.10
Al ₂ O ₃	11.68	12.03	11.68	11.42	11.63	11.51	11.69	11.56	11.67	11.54	11.70	11.42	11.71
FeO	1.08	1.18	1.20	1.11	1.05	1.01	1.11	1.07	1.18	0.96	1.09	0.96	0.92
MnO	0.08	0.03	0.03	0.05	0.07	0.05	0.00	0.00	0.08	0.02	0.05	0.03	0.03
MgO	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02
CaO	0.52	0.57	0.53	0.53	0.52	0.55	0.53	0.53	0.47	0.53	0.54	0.52	0.57
Na ₂ O	3.39	3.41	3.36	2.88	3.43	3.13	3.62	2.78	2.80	3.29	3.29	3.20	3.36
K ₂ O	4.72	5.01	4.80	4.87	4.65	4.99	4.85	5.00	4.91	4.84	5.01	5.06	4.85
Total	94.20	95.49	93.99	91.46	93.22	92.67	94.11	92.25	92.95	93.22	93.90	93.39	93.41
SiO ₂	77.12	76.64	76.90	77.07	76.99	77.01	76.76	77.25	77.16	77.16	76.74	77.22	76.93
TiO ₂	0.09	0.06	0.12	0.10	0.08	0.07	0.07	0.04	0.13	0.10	0.13	0.10	0.10
Al ₂ O ₃	12.40	12.60	12.42	12.49	12.48	12.42	12.43	12.53	12.56	12.38	12.46	12.23	12.54
FeO	1.15	1.23	1.27	1.21	1.13	1.08	1.17	1.16	1.27	1.03	1.16	1.03	0.99
MnO	0.08	0.03	0.03	0.05	0.07	0.05	0.00	0.00	0.09	0.02	0.05	0.03	0.03
MgO	0.02	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02
CaO	0.55	0.60	0.56	0.58	0.56	0.59	0.56	0.57	0.50	0.57	0.58	0.55	0.61
Na ₂ O	3.59	3.57	3.58	3.15	3.68	3.37	3.84	3.02	3.01	3.53	3.51	3.42	3.60
K ₂ O	5.01	5.24	5.11	5.32	4.99	5.39	5.15	5.42	5.28	5.20	5.34	5.42	5.19
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

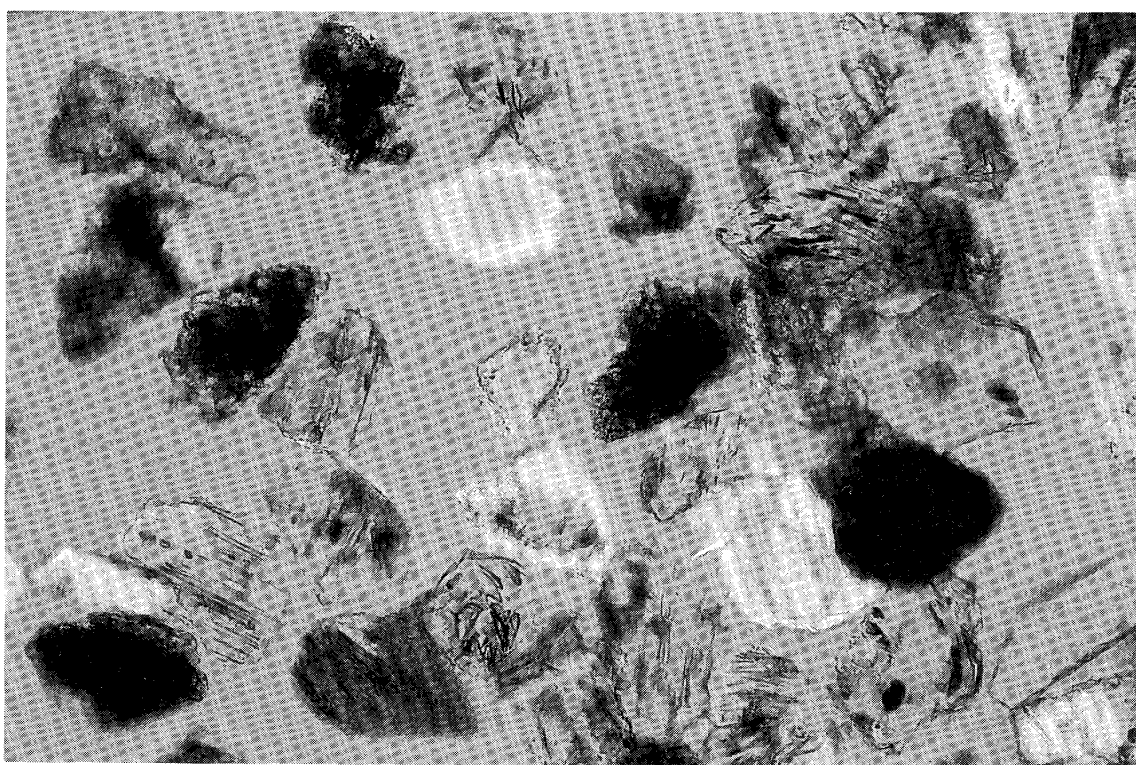
*: Total Fe as FeO

Sample Name	Sk上5m (r7)										
SiO ₂	71.53	71.49	72.96	72.67	72.57	71.48	71.15	71.92	71.96	71.99	72.36
TiO ₂	0.05	0.09	0.04	0.08	0.11	0.05	0.08	0.07	0.13	0.15	0.05
Al ₂ O ₃	11.49	11.66	11.96	11.62	11.62	11.53	11.44	11.33	11.71	11.40	11.82
FeO	1.03	0.95	1.28	1.13	0.98	0.91	0.98	1.00	0.93	0.90	0.96
MnO	0.07	0.07	0.00	0.05	0.10	0.03	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00
MgO	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
CaO	0.53	0.57	0.51	0.59	0.50	0.51	0.58	0.53	0.60	0.50	0.55
Na ₂ O	3.26	3.24	3.50	3.44	3.29	3.29	3.18	3.27	2.54	3.05	3.40
K ₂ O	4.79	4.90	4.89	4.78	5.09	4.88	4.95	5.27	4.93	5.07	4.75
Total	92.76	92.99	95.14	94.38	94.27	92.67	92.41	93.42	92.81	93.07	93.91
SiO ₂	77.11	76.87	76.69	77.01	76.99	77.13	76.99	76.99	77.53	77.35	77.05
TiO ₂	0.05	0.10	0.04	0.08	0.11	0.06	0.08	0.07	0.14	0.16	0.05
Al ₂ O ₃	12.39	12.54	12.58	12.31	12.33	12.44	12.38	12.13	12.61	12.25	12.59
FeO	1.11	1.02	1.34	1.20	1.03	0.98	1.06	1.07	1.00	0.97	1.02
MnO	0.07	0.07	0.00	0.05	0.11	0.03	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00
MgO	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03
CaO	0.57	0.61	0.54	0.62	0.53	0.55	0.63	0.57	0.64	0.54	0.59
Na ₂ O	3.51	3.49	3.67	3.65	3.49	3.55	3.45	3.50	2.74	3.27	3.62
K ₂ O	5.17	5.27	5.14	5.06	5.40	5.27	5.36	5.64	5.31	5.45	5.06
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*: Total Fe as FeO



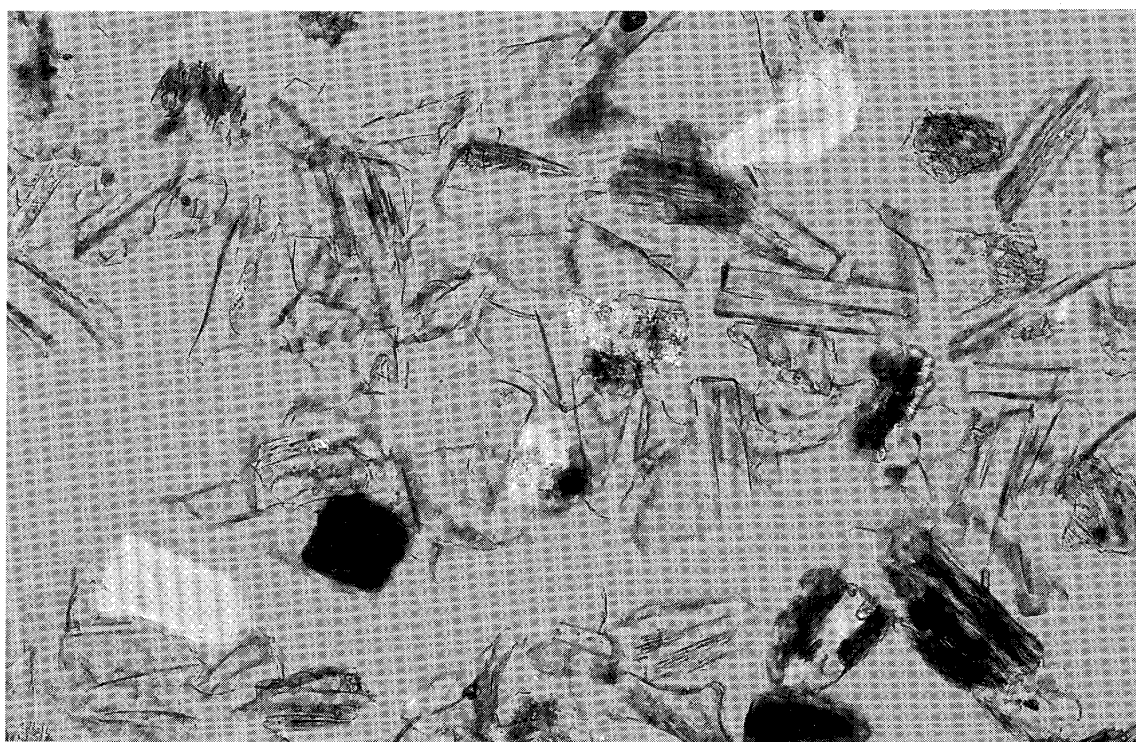
第9図 飯山市関屋における関屋5 m上位テフラ層 (SK 上5 m) の産状. 左側 (東側) が上位で, 線から左がSK 5m上位テフラ層である.



第10図 関屋5 m上位テフラ層 (SK 上5 m) の構成粒子 (1/8-1/16mmの粒度). F (不発) 型ガラスが多い.



第11図 飯山市関屋における関屋6 m上位テフラ層（SK上6 m）の産状．左側（東側）が上位で，層厚約20cm．その上位には凝灰質砂層が重なる．



第12図 関屋6 m上位テフラ層（SK上6 m）の構成粒子（1/8-1/16mmの粒度）．扁平型や中間型ガラスが多い．

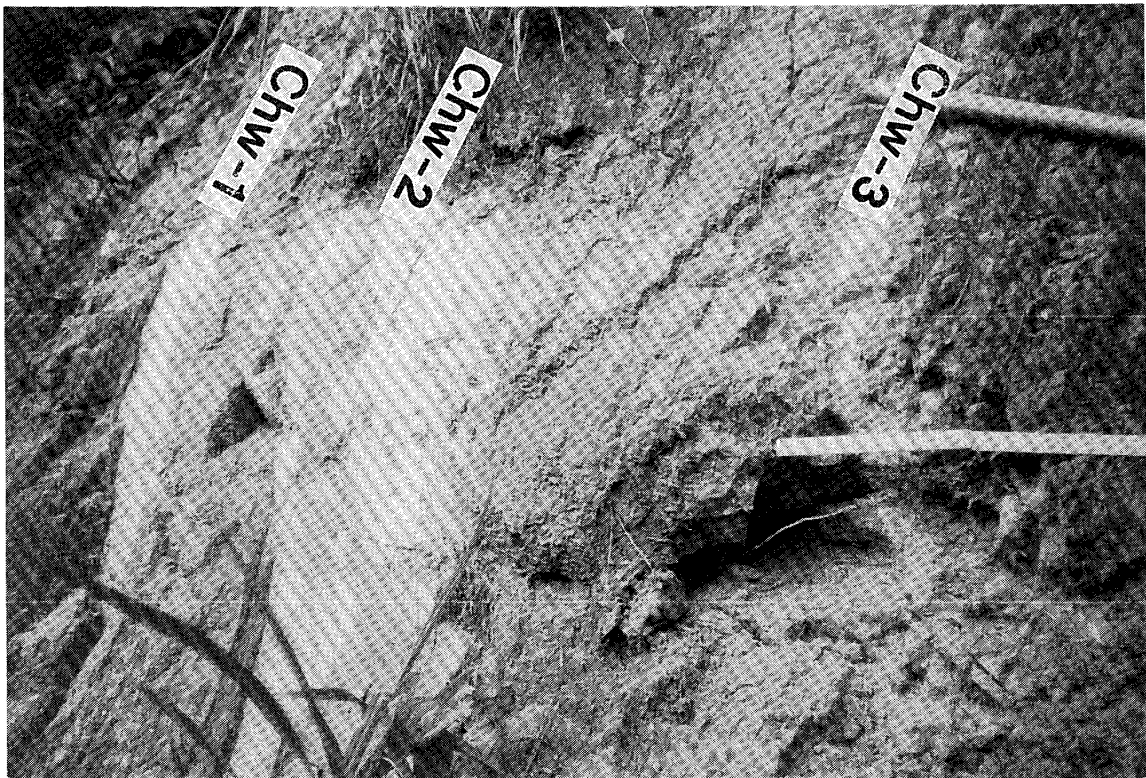
第 5 表 飯山市関屋（模式地）における関屋 6 m 上位テフラ層（SK 上 6 m）の火山ガラスの化学組成.

Sample Name	Sk 上 6m		(r7)										
SiO ₂	71.78	73.14	73.08	72.51	72.91	71.37	71.26	72.60	72.60	72.06	71.98	71.93	72.60
TiO ₂	0.09	0.09	0.17	0.13	0.15	0.16	0.09	0.11	0.10	0.13	0.12	0.18	0.10
Al ₂ O ₃	11.90	11.89	12.06	11.89	11.94	11.98	12.10	11.92	12.18	11.90	11.79	11.77	11.99
FeO	1.40	1.36	1.39	1.05	1.37	1.46	1.14	1.41	1.49	1.51	1.33	1.24	1.54
MnO	0.02	0.00	0.01	0.04	0.00	0.08	0.01	0.08	0.07	0.00	0.09	0.05	0.06
MgO	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04
CaO	0.78	0.69	0.73	0.70	0.80	0.77	0.86	0.80	0.84	0.84	0.78	0.78	0.77
Na ₂ O	3.84	3.80	3.88	3.40	3.40	3.51	3.89	3.73	3.81	3.85	3.98	3.34	3.72
K ₂ O	4.06	4.21	3.91	4.79	4.45	4.37	3.96	4.08	4.02	3.98	3.87	4.82	4.26
Total	93.90	95.20	95.25	94.55	95.02	93.72	93.32	94.72	95.12	94.29	93.98	94.12	95.08
SiO ₂	76.45	76.83	76.72	76.69	76.72	76.16	76.36	76.64	76.33	76.43	76.59	76.43	76.36
TiO ₂	0.09	0.09	0.18	0.14	0.15	0.17	0.10	0.12	0.10	0.13	0.13	0.19	0.11
Al ₂ O ₃	12.68	12.49	12.66	12.58	12.56	12.78	12.96	12.58	12.80	12.62	12.55	12.51	12.61
FeO	1.49	1.43	1.46	1.11	1.44	1.56	1.22	1.48	1.57	1.60	1.41	1.31	1.62
MnO	0.02	0.00	0.01	0.04	0.00	0.09	0.01	0.09	0.07	0.00	0.10	0.05	0.06
MgO	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.05	0.02	0.04
CaO	0.83	0.72	0.76	0.74	0.84	0.82	0.92	0.84	0.88	0.89	0.83	0.83	0.81
Na ₂ O	4.09	3.99	4.08	3.60	3.57	3.74	4.17	3.94	4.00	4.09	4.23	3.55	3.91
K ₂ O	4.32	4.42	4.10	5.07	4.69	4.66	4.25	4.30	4.23	4.22	4.12	5.12	4.48
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

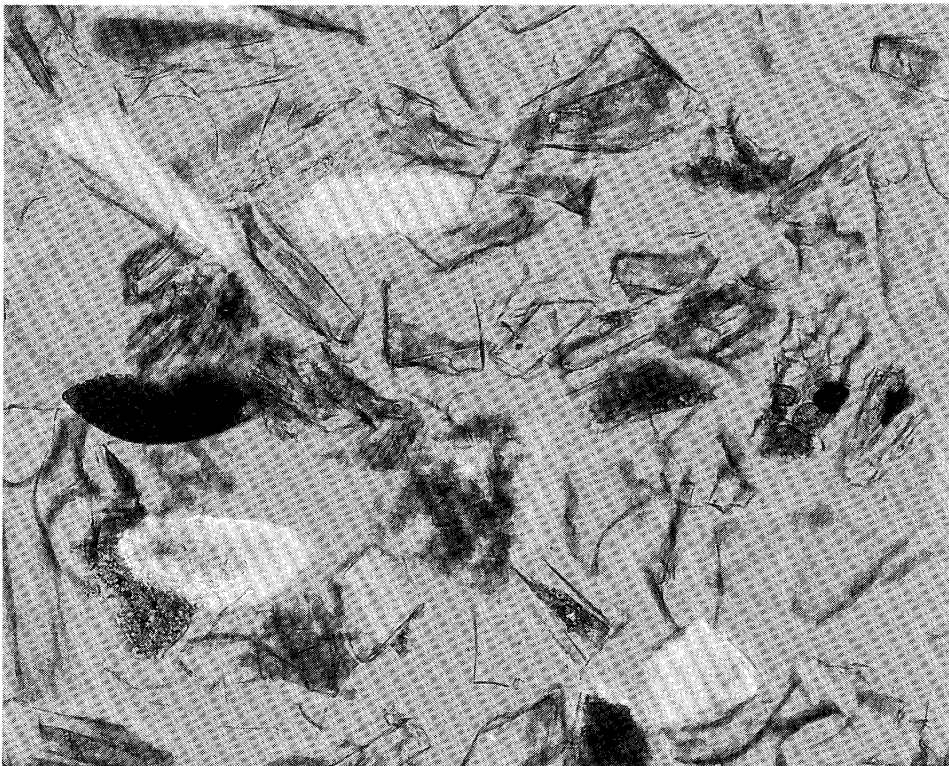
*:Total Fe as FeO

Sample Name	Sk 上 6m		(r7)										
SiO ₂	72.86	72.19	72.09	72.67	72.91	72.42	71.80	72.46	70.75	72.22	72.48	72.21	
TiO ₂	0.09	0.08	0.10	0.13	0.19	0.07	0.11	0.07	0.12	0.10	0.10	0.10	
Al ₂ O ₃	12.13	11.87	12.04	12.07	12.00	12.12	12.00	11.88	11.68	12.15	12.00	12.15	
FeO	1.37	1.38	1.11	1.35	1.37	1.51	1.47	1.49	1.27	1.32	1.40	1.33	
MnO	0.04	0.00	0.01	0.07	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.08	
MgO	0.03	0.03	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	
CaO	0.85	0.76	0.80	0.76	0.75	0.72	0.71	0.86	0.84	0.76	0.79	0.75	
Na ₂ O	3.99	3.39	3.87	3.75	3.76	3.90	3.61	3.66	3.19	3.87	3.73	3.56	
K ₂ O	4.05	4.47	3.98	4.26	4.07	4.23	4.13	4.21	4.39	4.08	4.24	4.51	
Total	95.41	94.16	94.02	95.06	95.07	95.01	93.89	94.70	92.28	94.56	94.82	94.69	
SiO ₂	76.36	76.66	76.67	76.44	76.69	76.23	76.47	76.52	76.67	76.37	76.43	76.25	
TiO ₂	0.10	0.09	0.11	0.13	0.19	0.08	0.12	0.08	0.13	0.10	0.11	0.10	
Al ₂ O ₃	12.71	12.60	12.80	12.70	12.62	12.75	12.78	12.55	12.65	12.85	12.66	12.83	
FeO	1.43	1.47	1.18	1.42	1.45	1.59	1.57	1.57	1.37	1.40	1.47	1.40	
MnO	0.04	0.00	0.01	0.07	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.08	
MgO	0.03	0.03	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	
CaO	0.89	0.80	0.85	0.80	0.79	0.75	0.76	0.91	0.90	0.80	0.83	0.79	
Na ₂ O	4.19	3.60	4.12	3.95	3.95	4.10	3.85	3.86	3.46	4.09	3.94	3.76	
K ₂ O	4.25	4.75	4.24	4.48	4.28	4.45	4.40	4.45	4.76	4.31	4.47	4.76	
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

*:Total Fe as FeO



第13図 新潟県長岡市三島中永（模式地）における西山層中の中永白色ガラス質テフラ層（Chw）の産状．右側（東側）が上位（黒川ほか，1989）．



第14図 長岡市三島中永における中永白色ガラス質テフラ層2（Chw-2）の構成粒子（1/8-1/16mmの粒度）．

第6表 新潟地域の西山層中の不動滝パミス質テフラ層 (Fup) の火山ガラスの化学組成 (柏崎市西山町上山田).

Sample Name	Fup(上山田) (r5)												
SiO ₂	67.52	68.02	68.03	69.56	68.62	68.05	67.59	70.25	66.97	65.99	68.67	67.51	68.28
TiO ₂	0.06	0.00	0.07	0.03	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	11.73	12.20	12.20	11.92	11.94	11.98	12.11	12.12	12.00	11.83	12.15	12.08	12.31
FeO	1.56	1.20	1.10	1.20	1.33	1.21	1.33	1.09	1.23	1.48	1.21	1.10	1.44
MnO	0.05	0.05	0.06	0.07	0.02	0.07	0.00	0.06	0.04	0.07	0.03	0.10	0.06
MgO	0.04	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.07	0.04	0.06	0.07	0.06	0.05	0.04
CaO	0.80	0.76	0.81	0.90	0.83	0.87	0.83	0.87	0.81	0.85	0.87	0.84	0.84
Na ₂ O	3.45	3.33	3.30	3.24	3.29	3.38	3.30	3.29	3.47	3.54	3.44	3.56	3.40
K ₂ O	4.28	4.66	4.58	4.36	4.47	4.43	4.78	4.35	4.62	4.37	4.40	4.37	4.72
Total	89.48	90.28	90.20	91.34	90.54	90.04	90.00	92.07	89.20	88.19	90.83	89.62	91.10
SiO ₂	75.45	75.34	75.42	76.16	75.78	75.57	75.10	76.30	75.08	74.82	75.60	75.33	74.96
TiO ₂	0.06	0.00	0.07	0.04	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	13.10	13.52	13.53	13.05	13.19	13.30	13.45	13.16	13.45	13.41	13.37	13.48	13.51
FeO	1.74	1.33	1.22	1.31	1.47	1.35	1.48	1.18	1.38	1.68	1.34	1.23	1.58
MnO	0.05	0.05	0.06	0.08	0.03	0.08	0.00	0.07	0.04	0.08	0.04	0.11	0.07
MgO	0.04	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.07	0.04	0.07	0.08	0.07	0.06	0.04
CaO	0.90	0.85	0.90	0.98	0.92	0.96	0.92	0.95	0.91	0.96	0.96	0.94	0.93
Na ₂ O	3.86	3.69	3.66	3.55	3.63	3.75	3.66	3.57	3.89	4.01	3.78	3.97	3.73
K ₂ O	4.79	5.16	5.08	4.77	4.93	4.92	5.31	4.72	5.18	4.95	4.84	4.88	5.18
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*: Total Fe as FeO

Sample Name	Fup(上山田) (r5)											
SiO ₂	69.27	67.07	69.51	69.51	70.61	68.95	67.38	67.99	67.55	67.25	68.07	69.15
TiO ₂	0.00	0.04	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	11.99	12.54	12.13	12.17	12.22	12.28	12.09	12.05	12.05	11.99	12.17	12.26
FeO	1.16	1.51	1.18	1.32	1.16	1.14	1.16	1.14	1.08	1.39	1.03	1.28
MnO	0.07	0.06	0.02	0.06	0.10	0.05	0.02	0.10	0.04	0.02	0.09	0.12
MgO	0.07	0.09	0.06	0.05	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.05	0.04	0.06
CaO	0.95	1.02	0.84	0.85	0.90	0.88	0.82	0.86	0.88	0.89	0.88	0.89
Na ₂ O	3.43	3.57	3.56	3.64	3.50	3.52	3.47	3.38	3.53	3.49	3.57	3.32
K ₂ O	4.46	4.44	4.35	4.32	4.53	4.53	4.39	4.47	4.39	4.47	4.66	4.51
Total	91.40	90.34	91.69	91.95	93.09	91.40	89.39	90.04	89.59	89.57	90.51	91.57
SiO ₂	75.79	74.24	75.80	75.59	75.85	75.43	75.38	75.51	75.40	75.08	75.21	75.51
TiO ₂	0.00	0.05	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	13.12	13.89	13.23	13.24	13.12	13.43	13.52	13.39	13.45	13.39	13.44	13.38
FeO	1.27	1.67	1.28	1.44	1.25	1.25	1.30	1.26	1.21	1.56	1.14	1.40
MnO	0.08	0.06	0.02	0.07	0.10	0.05	0.02	0.11	0.04	0.03	0.10	0.13
MgO	0.08	0.09	0.06	0.06	0.08	0.07	0.07	0.06	0.08	0.06	0.05	0.06
CaO	1.04	1.13	0.92	0.93	0.97	0.96	0.92	0.95	0.98	0.99	0.97	0.97
Na ₂ O	3.75	3.95	3.88	3.96	3.76	3.85	3.88	3.76	3.94	3.89	3.94	3.62
K ₂ O	4.88	4.91	4.74	4.69	4.87	4.96	4.91	4.97	4.90	4.99	5.15	4.92
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*: Total Fe as FeO

第7表 新潟地域の西山層中の中永白色ガラス質テフラ層1 (Chw-1) の火山ガラスの化学組成 (長岡市三島中永).

Sample name	Chw-1(中永) (r4)												
SiO ₂	69.79	69.57	69.87	70.01	70.07	69.63	69.41	68.93	69.73	69.84	69.54	69.54	70.31
TiO ₂	0.06	0.06	0.10	0.09	0.06	0.01	0.05	0.09	0.11	0.01	0.04	0.07	0.08
Al ₂ O ₃	11.99	11.89	11.92	12.17	11.97	12.08	11.82	11.97	12.02	11.93	12.21	12.02	12.12
FeO*	1.05	1.11	1.51	1.29	1.30	1.29	1.19	1.27	1.39	1.30	1.33	1.22	1.18
MnO	0.00	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.03	0.04	0.08	0.00	0.04	0.00	0.00
MgO	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01
CaO	0.81	0.83	0.81	0.84	0.81	0.84	0.85	0.85	0.80	0.80	0.83	0.86	0.82
Na ₂ O	3.50	3.63	3.62	3.43	3.29	3.98	3.40	3.58	3.60	3.52	3.87	3.23	3.92
K ₂ O	4.48	4.33	4.16	4.36	4.69	3.61	4.49	4.50	4.36	4.48	4.14	4.64	4.00
Total	91.71	91.44	92.06	92.25	92.24	91.47	91.25	91.25	92.14	91.92	92.04	91.61	92.43
SiO ₂	76.10	76.08	75.90	75.90	75.96	76.13	76.06	75.53	75.68	75.98	75.55	75.91	76.07
TiO ₂	0.06	0.07	0.10	0.10	0.06	0.01	0.06	0.09	0.12	0.01	0.05	0.08	0.08
Al ₂ O ₃	13.07	13.00	12.95	13.20	12.97	13.20	12.95	13.12	13.05	12.98	13.26	13.13	13.11
FeO*	1.14	1.21	1.64	1.40	1.41	1.41	1.31	1.39	1.51	1.41	1.45	1.33	1.28
MnO	0.00	0.00	0.05	0.00	0.04	0.00	0.04	0.05	0.08	0.00	0.05	0.00	0.00
MgO	0.04	0.03	0.04	0.04	0.02	0.03	0.01	0.03	0.06	0.04	0.04	0.03	0.01
CaO	0.88	0.91	0.87	0.91	0.88	0.92	0.93	0.93	0.86	0.87	0.90	0.94	0.88
Na ₂ O	3.82	3.97	3.93	3.72	3.57	4.35	3.73	3.92	3.91	3.82	4.21	3.53	4.24
K ₂ O	4.89	4.73	4.52	4.73	5.09	3.95	4.92	4.93	4.73	4.88	4.50	5.07	4.33
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*:Total Fe as FeO

Sample name	Chw-1(中永) (r4)											
SiO2	69.36	70.37	69.02	70.43	69.55	69.02	68.57	69.65	70.42	69.77	69.62	70.28
TiO2	0.07	0.06	0.05	0.05	0.08	0.06	0.07	0.10	0.10	0.09	0.10	0.11
Al2O3	11.84	11.88	11.68	12.11	12.07	11.76	11.69	12.01	12.21	11.99	12.09	11.86
FeO*	1.15	1.39	1.34	1.39	1.28	1.26	1.42	1.36	1.13	1.29	1.16	1.21
MnO	0.00	0.08	0.04	0.00	0.02	0.02	0.03	0.03	0.08	0.03	0.00	0.05
MgO	0.04	0.03	0.03	0.05	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
CaO	0.78	0.83	0.83	0.79	0.83	0.77	0.86	0.88	0.78	0.86	0.91	0.86
Na2O	3.42	3.66	3.57	3.38	3.34	3.47	3.82	3.22	3.55	3.68	3.67	3.89
K2O	4.61	4.50	4.14	4.70	4.58	4.42	3.99	4.80	4.41	4.27	4.29	3.88
Total	91.27	92.78	90.69	92.91	91.75	90.80	90.46	92.06	92.69	92.01	91.86	92.16
SiO2	76.00	75.84	76.11	75.81	75.80	76.01	75.80	75.66	75.98	75.83	75.78	76.26
TiO2	0.08	0.06	0.06	0.06	0.08	0.06	0.07	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12
Al2O3	12.98	12.80	12.88	13.03	13.16	12.95	12.92	13.05	13.18	13.03	13.16	12.87
FeO*	1.26	1.50	1.48	1.50	1.40	1.39	1.57	1.48	1.22	1.40	1.26	1.32
MnO	0.00	0.08	0.05	0.00	0.02	0.02	0.03	0.03	0.08	0.04	0.00	0.06
MgO	0.04	0.03	0.03	0.05	0.00	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
CaO	0.85	0.89	0.91	0.85	0.91	0.85	0.95	0.96	0.84	0.93	0.99	0.93
Na2O	3.75	3.94	3.93	3.64	3.64	3.82	4.22	3.49	3.82	4.00	4.00	4.22
K2O	5.05	4.85	4.56	5.06	4.99	4.87	4.41	5.21	4.76	4.64	4.67	4.21
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*:Total Fe as FeO

第 8 表 新潟地域の西山層中の中永白色ガラス質テフラ層 2 (Chw-2) の火山ガラスの化学組成
(長岡市三島中永).

Sample name	Chw-2(中永) (r4)												
SiO ₂	71.28	70.03	70.22	70.43	70.09	70.24	70.16	69.78	68.33	70.78	69.48	69.16	69.75
TiO ₂	0.12	0.04	0.06	0.04	0.13	0.07	0.07	0.04	0.06	0.08	0.03	0.11	0.09
Al ₂ O ₃	11.87	11.74	11.70	11.75	11.83	11.65	11.81	11.53	11.40	11.89	11.55	11.44	11.73
FeO*	0.99	1.16	0.85	1.14	1.24	1.07	1.25	1.10	0.89	1.20	0.92	1.03	1.17
MnO	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.09	0.04	0.08	0.03	0.04	0.00	0.00
MgO	0.02	0.03	0.04	0.04	0.01	0.04	0.04	0.05	0.02	0.03	0.02	0.04	0.04
CaO	0.65	0.59	0.63	0.62	0.65	0.66	0.68	0.66	0.67	0.63	0.63	0.68	0.61
Na ₂ O	3.42	3.25	3.14	2.99	3.32	3.13	3.30	2.92	3.16	3.36	3.28	2.81	3.20
K ₂ O	5.00	4.87	4.92	4.37	4.71	4.81	4.63	4.73	4.73	4.71	4.89	4.51	4.62
Total	93.46	91.72	91.54	91.38	91.98	91.66	92.01	90.84	89.33	92.70	90.84	89.77	91.21
SiO ₂	76.27	76.36	76.71	77.08	76.20	76.63	76.25	76.82	76.50	76.36	76.48	77.03	76.48
TiO ₂	0.13	0.05	0.06	0.04	0.14	0.08	0.07	0.04	0.06	0.08	0.04	0.12	0.10
Al ₂ O ₃	12.70	12.80	12.78	12.85	12.86	12.71	12.83	12.69	12.77	12.82	12.72	12.74	12.86
FeO*	1.06	1.26	0.92	1.25	1.35	1.16	1.36	1.21	0.99	1.29	1.01	1.15	1.29
MnO	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.09	0.05	0.09	0.03	0.05	0.00	0.00
MgO	0.02	0.03	0.04	0.04	0.01	0.04	0.04	0.05	0.02	0.03	0.02	0.04	0.04
CaO	0.70	0.64	0.69	0.68	0.71	0.71	0.73	0.72	0.75	0.68	0.69	0.76	0.67
Na ₂ O	3.66	3.54	3.43	3.28	3.61	3.41	3.59	3.21	3.54	3.62	3.61	3.13	3.51
K ₂ O	5.35	5.31	5.38	4.78	5.12	5.25	5.04	5.21	5.29	5.08	5.38	5.02	5.06
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* :Total Fe as FeO

Sample name	Chw-2(中永) (r4)										
SiO ₂	70.51	70.44	69.36	67.16	69.32	70.10	70.39	69.70	70.41	71.08	70.15
TiO ₂	0.07	0.00	0.06	0.07	0.07	0.05	0.07	0.09	0.02	0.11	0.09
Al ₂ O ₃	11.88	11.67	11.49	11.39	11.33	11.55	11.79	11.55	11.62	11.94	11.73
FeO*	1.12	1.10	1.23	0.94	0.96	0.92	1.14	1.16	1.01	1.06	0.98
MnO	0.05	0.03	0.04	0.03	0.03	0.00	0.05	0.00	0.00	0.04	0.09
MgO	0.02	0.00	0.01	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02	0.03	0.04	0.03
CaO	0.69	0.70	0.68	0.67	0.68	0.67	0.69	0.65	0.63	0.71	0.67
Na ₂ O	3.12	3.20	3.19	3.15	2.94	3.18	3.22	3.13	3.45	3.10	3.18
K ₂ O	4.94	4.93	4.97	4.63	4.96	4.96	4.85	5.06	4.64	5.06	4.62
Total	92.38	92.05	91.02	88.07	90.36	91.46	92.24	91.36	91.81	93.14	91.54
SiO ₂	76.32	76.52	76.20	76.25	76.72	76.65	76.31	76.29	76.69	76.32	76.64
TiO ₂	0.07	0.00	0.06	0.08	0.08	0.05	0.07	0.10	0.02	0.11	0.10
Al ₂ O ₃	12.85	12.68	12.62	12.93	12.54	12.63	12.78	12.64	12.66	12.82	12.81
FeO*	1.21	1.19	1.35	1.07	1.07	1.00	1.24	1.27	1.10	1.14	1.07
MnO	0.06	0.03	0.05	0.03	0.04	0.00	0.06	0.00	0.00	0.05	0.09
MgO	0.02	0.00	0.01	0.05	0.05	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03
CaO	0.74	0.76	0.75	0.76	0.76	0.73	0.75	0.71	0.69	0.76	0.73
Na ₂ O	3.37	3.47	3.51	3.58	3.25	3.47	3.49	3.43	3.75	3.33	3.48
K ₂ O	5.35	5.35	5.46	5.25	5.49	5.42	5.25	5.53	5.05	5.43	5.05
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* :Total Fe as FeO

第9表 新潟地域の西山層中の中永白色ガラス質テフラ層3（Chw-3）の火山ガラスの化学組成（長岡市三島中永）.

Sample name	Chw-3(中永) (r4)												
SiO ₂	70.59	70.21	69.97	68.23	69.40	68.67	69.00	68.94	69.47	69.28	67.40	69.61	70.25
TiO ₂	0.16	0.14	0.14	0.21	0.18	0.21	0.22	0.21	0.23	0.19	0.18	0.14	0.13
Al ₂ O ₃	12.84	12.85	12.77	13.09	12.85	12.59	12.91	12.93	12.76	11.84	14.63	12.44	12.77
FeO*	0.84	0.98	1.12	1.21	0.91	1.06	1.35	1.10	0.98	1.00	0.86	1.09	1.12
MnO	0.06	0.07	0.06	0.08	0.09	0.08	0.15	0.09	0.06	0.10	0.06	0.08	0.11
MgO	0.29	0.27	0.30	0.32	0.29	0.27	0.37	0.29	0.28	0.21	0.15	0.27	0.27
CaO	1.36	1.31	1.31	1.53	1.30	1.32	1.40	1.41	1.27	0.98	2.31	1.28	1.22
Na ₂ O	3.98	4.13	4.01	4.14	4.10	3.86	3.63	4.19	4.13	2.77	3.75	3.87	3.99
K ₂ O	3.00	2.96	2.66	2.60	2.89	3.12	3.26	2.64	2.82	3.94	3.14	2.73	3.01
Total	93.13	92.91	92.35	91.41	91.99	91.16	92.30	91.81	92.00	90.32	92.48	91.49	92.87
SiO ₂	75.80	75.56	75.77	74.64	75.44	75.33	74.76	75.09	75.51	76.71	72.88	76.08	75.64
TiO ₂	0.18	0.15	0.15	0.23	0.19	0.22	0.24	0.23	0.25	0.21	0.20	0.15	0.13
Al ₂ O ₃	13.79	13.83	13.83	14.32	13.96	13.81	13.99	14.09	13.87	13.11	15.82	13.60	13.76
FeO*	0.90	1.05	1.21	1.33	0.99	1.16	1.46	1.20	1.06	1.11	0.93	1.19	1.20
MnO	0.06	0.07	0.06	0.09	0.09	0.09	0.16	0.09	0.07	0.11	0.06	0.09	0.12
MgO	0.31	0.29	0.33	0.35	0.31	0.29	0.40	0.32	0.31	0.23	0.17	0.29	0.30
CaO	1.46	1.41	1.42	1.67	1.41	1.44	1.52	1.54	1.38	1.08	2.49	1.40	1.31
Na ₂ O	4.28	4.45	4.34	4.52	4.46	4.23	3.94	4.57	4.49	3.07	4.05	4.23	4.30
K ₂ O	3.23	3.18	2.88	2.84	3.14	3.42	3.54	2.87	3.07	4.37	3.40	2.98	3.24
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*:Total Fe as FeO

Sample name	Chw-3(中永) (r4)									
SiO ₂	68.68	67.26	69.39	68.37	67.06	67.81	69.59	69.53	70.08	70.28
TiO ₂	0.17	0.18	0.11	0.16	0.19	0.08	0.20	0.13	0.17	0.11
Al ₂ O ₃	12.63	13.78	12.78	12.68	12.37	11.59	12.77	12.69	12.32	13.00
FeO*	0.93	0.75	0.98	1.17	0.82	1.03	1.04	0.84	0.84	0.97
MnO	0.11	0.07	0.08	0.06	0.06	0.02	0.08	0.22	0.03	0.03
MgO	0.32	0.18	0.28	0.33	0.28	0.05	0.27	0.30	0.22	0.30
CaO	1.28	1.94	1.28	1.47	1.28	0.67	1.34	1.29	1.13	1.33
Na ₂ O	3.84	3.92	3.70	3.95	4.11	3.30	3.91	3.82	3.24	4.04
K ₂ O	2.84	3.26	3.01	2.69	2.75	4.76	3.07	2.92	3.51	2.75
Total	90.79	91.34	91.61	90.87	88.92	89.30	92.27	91.72	91.52	92.82
SiO ₂	75.64	73.64	75.75	75.23	75.42	75.94	75.42	75.80	76.57	75.72
TiO ₂	0.19	0.19	0.12	0.18	0.22	0.09	0.22	0.15	0.19	0.12
Al ₂ O ₃	13.91	15.09	13.95	13.95	13.91	12.97	13.84	13.84	13.46	14.00
FeO*	1.03	0.82	1.07	1.28	0.92	1.15	1.13	0.91	0.91	1.05
MnO	0.12	0.08	0.09	0.07	0.07	0.02	0.08	0.23	0.03	0.04
MgO	0.35	0.19	0.31	0.36	0.31	0.05	0.30	0.32	0.24	0.33
CaO	1.41	2.13	1.40	1.62	1.44	0.75	1.45	1.40	1.23	1.43
Na ₂ O	4.23	4.30	4.04	4.34	4.62	3.70	4.24	4.16	3.54	4.36
K ₂ O	3.12	3.57	3.29	2.96	3.09	5.33	3.33	3.18	3.83	2.96
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*:Total Fe as FeO

第10表 新潟地域の西山層中の中永白色ガラス質テフラ層4 (Chw-4) の火山ガラスの
化学組成 (長岡市三島中永).

Sample name	Chw-4			(r3)								
SiO ₂	64.34	63.81	63.56	63.30	66.73	64.62	64.25	67.30	67.42	66.90	64.72	64.78
TiO ₂	0.04	0.01	0.03	0.00	0.06	0.03	0.02	0.07	0.07	0.07	0.06	0.04
Al ₂ O ₃	11.60	11.72	11.76	11.46	12.06	11.82	11.75	12.08	12.08	12.11	11.71	11.32
FeO*	1.25	1.30	1.67	1.39	1.62	1.35	1.32	1.36	1.26	1.30	1.20	1.29
MnO	0.09	0.08	0.07	0.07	0.03	0.07	0.02	0.07	0.03	0.00	0.06	0.02
MgO	0.07	0.03	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04
CaO	0.84	0.93	0.94	0.91	0.98	0.81	0.97	0.97	0.89	0.89	0.88	0.86
Na ₂ O	3.46	3.74	3.97	3.35	3.68	3.40	3.19	3.49	3.38	3.39	3.25	3.31
K ₂ O	4.71	4.18	4.14	4.52	4.37	4.56	4.73	4.50	4.58	4.54	4.58	4.41
Total	86.39	85.81	86.19	85.07	89.58	86.70	86.28	89.89	89.75	89.24	86.50	86.07
SiO ₂	74.47	74.37	73.74	74.42	74.48	74.52	74.46	74.87	75.13	74.96	74.82	75.27
TiO ₂	0.05	0.02	0.03	0.00	0.06	0.04	0.03	0.08	0.08	0.08	0.07	0.04
Al ₂ O ₃	13.43	13.65	13.64	13.47	13.46	13.64	13.62	13.43	13.46	13.57	13.54	13.15
FeO*	1.45	1.51	1.93	1.64	1.81	1.55	1.52	1.52	1.41	1.46	1.38	1.50
MnO	0.10	0.09	0.08	0.08	0.03	0.08	0.02	0.08	0.03	0.00	0.07	0.02
MgO	0.08	0.04	0.09	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05
CaO	0.97	1.09	1.09	1.07	1.09	0.93	1.12	1.08	0.99	1.00	1.02	1.00
Na ₂ O	4.00	4.36	4.60	3.94	4.11	3.92	3.69	3.88	3.77	3.80	3.75	3.85
K ₂ O	5.46	4.87	4.80	5.31	4.88	5.26	5.48	5.01	5.10	5.08	5.29	5.13
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* : Total Fe as FeO

Sample name	Chw-4			(r3)		
SiO ₂	66.99	65.13	67.34	66.82	65.02	69.43
TiO ₂	0.00	0.06	0.02	0.09	0.04	0.05
Al ₂ O ₃	11.35	11.94	12.22	11.81	12.10	12.38
FeO*	1.03	1.51	1.25	1.14	1.29	1.17
MnO	0.05	0.10	0.08	0.10	0.16	0.01
MgO	0.04	0.02	0.04	0.05	0.04	0.02
CaO	0.56	0.98	0.86	0.88	0.82	0.78
Na ₂ O	3.00	3.51	3.44	3.48	3.27	3.52
K ₂ O	5.01	4.12	4.73	4.50	4.55	4.72
Total	88.04	87.37	89.98	88.85	87.28	92.07
SiO ₂	76.09	74.55	74.84	75.20	74.50	75.41
TiO ₂	0.00	0.06	0.02	0.10	0.05	0.05
Al ₂ O ₃	12.90	13.66	13.58	13.30	13.86	13.45
FeO*	1.17	1.73	1.38	1.28	1.47	1.27
MnO	0.06	0.11	0.09	0.11	0.19	0.01
MgO	0.05	0.02	0.05	0.05	0.04	0.02
CaO	0.64	1.12	0.96	0.99	0.93	0.85
Na ₂ O	3.41	4.02	3.82	3.91	3.74	3.82
K ₂ O	5.69	4.72	5.25	5.06	5.21	5.12
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* : Total Fe as FeO

第11表 新潟地域の田麦川層中のIsg-h テフラ層 (柏崎市高柳町石黒川ルート) の火山ガラスの化学組成. Isg-h テフラ層は小国国沢川ルートの菅沼層中のSug-c テフラ層に対比される.

Sample Name	Isg-h (r7)												
SiO ₂	71.36	71.36	71.35	71.97	72.03	71.66	71.93	71.97	71.19	72.46	72.45	71.35	70.61
TiO ₂	0.06	0.15	0.02	0.06	0.04	0.10	0.07	0.12	0.08	0.07	0.12	0.11	0.05
Al ₂ O ₃	11.31	11.45	11.39	11.60	11.44	11.62	11.38	11.60	11.43	11.66	11.61	11.30	11.52
FeO	0.90	0.84	0.95	0.82	0.94	0.97	0.84	1.02	1.20	0.82	0.91	0.81	0.93
MnO	0.03	0.02	0.04	0.03	0.05	0.08	0.13	0.13	0.05	0.09	0.03	0.07	0.00
MgO	0.06	0.04	0.07	0.06	0.05	0.04	0.06	0.06	0.09	0.06	0.05	0.05	0.05
CaO	0.79	0.77	0.77	0.78	0.79	0.70	0.80	0.85	0.80	0.88	0.72	0.87	0.69
Na ₂ O	2.81	2.93	2.73	2.87	3.01	2.97	2.83	3.14	2.95	2.80	2.92	2.85	2.94
K ₂ O	4.37	4.30	3.92	4.34	4.53	4.52	4.27	4.35	4.29	4.22	4.42	4.18	4.24
Total	91.68	91.86	91.25	92.53	92.87	92.65	92.30	93.24	92.07	93.05	93.24	91.58	91.04
SiO ₂	77.84	77.69	78.20	77.78	77.56	77.34	77.93	77.19	77.32	77.87	77.71	77.91	77.56
TiO ₂	0.06	0.16	0.02	0.07	0.04	0.10	0.07	0.13	0.09	0.07	0.12	0.12	0.06
Al ₂ O ₃	12.33	12.47	12.48	12.54	12.32	12.54	12.33	12.44	12.41	12.53	12.45	12.33	12.66
FeO	0.98	0.92	1.04	0.89	1.01	1.05	0.91	1.09	1.31	0.88	0.98	0.88	1.02
MnO	0.03	0.02	0.05	0.03	0.05	0.09	0.14	0.14	0.05	0.10	0.04	0.07	0.00
MgO	0.06	0.04	0.08	0.07	0.05	0.04	0.06	0.07	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06
CaO	0.86	0.84	0.84	0.84	0.85	0.76	0.87	0.91	0.86	0.95	0.78	0.95	0.76
Na ₂ O	3.07	3.19	3.00	3.10	3.24	3.20	3.06	3.37	3.20	3.01	3.14	3.11	3.23
K ₂ O	4.76	4.68	4.30	4.69	4.88	4.87	4.63	4.67	4.66	4.54	4.74	4.56	4.66
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*:Total Fe as FeO

Sample Name	Isg-h (r7)							
SiO ₂	72.28	71.59	70.79	72.65	71.67	70.95	71.55	72.19
TiO ₂	0.11	0.08	0.03	0.07	0.08	0.05	0.10	0.12
Al ₂ O ₃	11.58	11.39	11.26	11.57	11.26	11.23	11.41	11.65
FeO	1.09	0.95	0.88	0.73	0.94	0.87	0.89	0.98
MnO	0.13	0.03	0.08	0.06	0.04	0.08	0.03	0.02
MgO	0.05	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06
CaO	0.74	0.86	0.73	0.83	0.75	0.77	0.83	0.82
Na ₂ O	3.04	2.88	3.01	3.07	2.75	2.92	2.87	2.97
K ₂ O	4.33	4.23	4.33	4.44	4.00	4.25	4.17	4.51
Total	93.35	92.07	91.15	93.47	91.56	91.18	91.92	93.31
SiO ₂	77.43	77.75	77.66	77.73	78.28	77.81	77.84	77.37
TiO ₂	0.12	0.09	0.03	0.07	0.09	0.05	0.11	0.12
Al ₂ O ₃	12.41	12.37	12.35	12.37	12.30	12.32	12.42	12.49
FeO	1.17	1.03	0.96	0.78	1.03	0.95	0.97	1.05
MnO	0.13	0.04	0.08	0.06	0.05	0.09	0.04	0.02
MgO	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.06
CaO	0.80	0.93	0.80	0.89	0.82	0.85	0.90	0.87
Na ₂ O	3.26	3.13	3.30	3.28	3.01	3.20	3.12	3.18
K ₂ O	4.64	4.59	4.75	4.75	4.36	4.66	4.54	4.83
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*:Total Fe as FeO

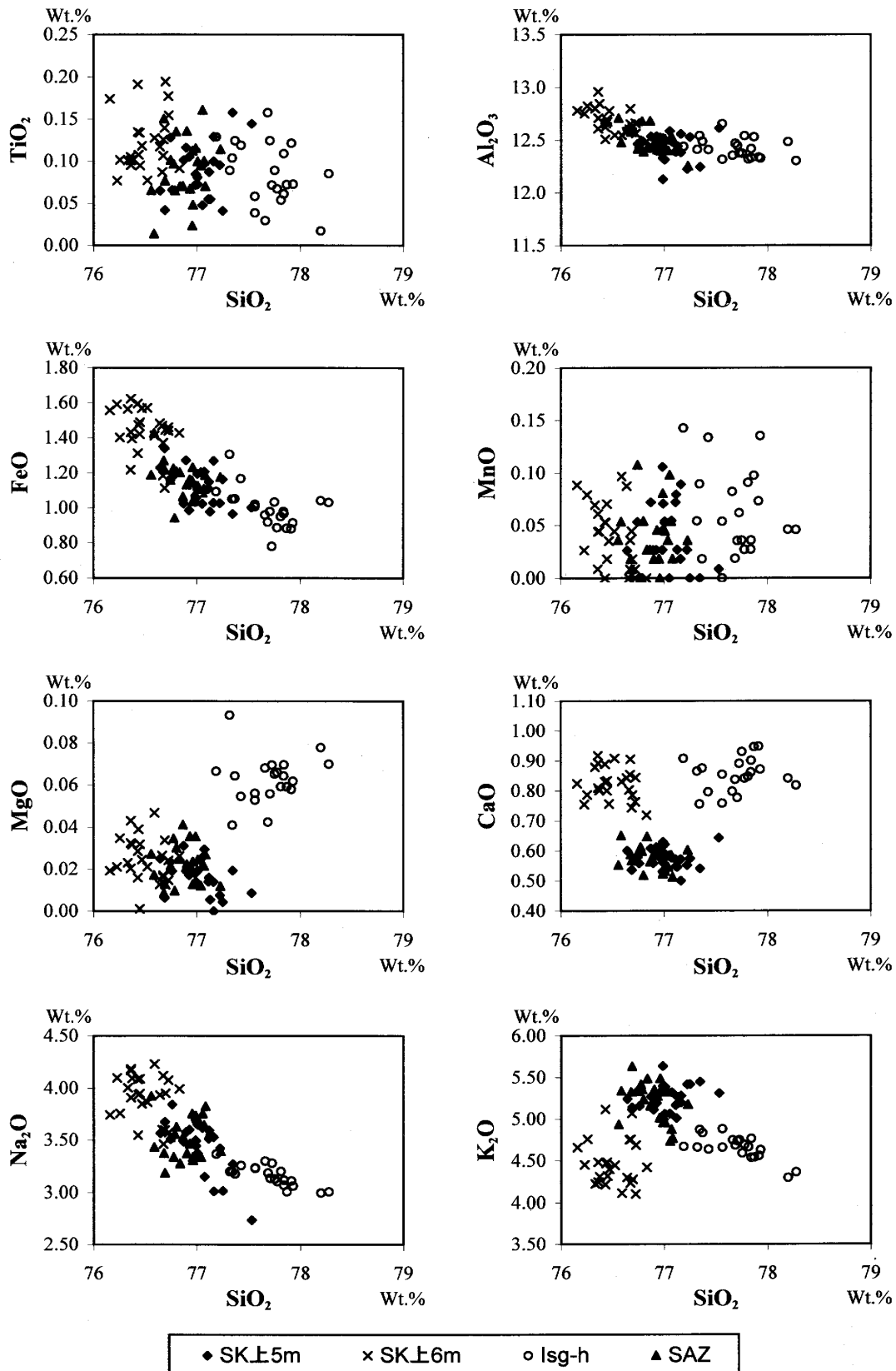
第12表 新潟地域の菅沼層中の菅沼含褐れん石ガラス質テフラ層 (SAZ) の火山ガラスの化学組成
(長岡市小国国沢川ルート).

Sample Name	SAZ (r7)												
SiO ₂	70.13	71.12	71.13	71.36	71.05	70.70	71.89	71.94	71.43	70.93	71.20	71.03	71.27
TiO ₂	0.06	0.07	0.09	0.14	0.06	0.09	0.13	0.11	0.11	0.02	0.01	0.11	0.07
Al ₂ O ₃	11.65	11.50	11.51	11.71	11.46	11.51	11.66	11.59	11.62	11.50	11.60	11.27	11.57
FeO	1.09	1.11	1.08	1.18	1.08	1.13	1.06	1.15	0.97	1.07	1.33	1.08	1.10
MnO	0.03	0.03	0.10	0.02	0.04	0.00	0.02	0.00	0.08	0.02	0.05	0.03	0.02
MgO	0.03	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.03
CaO	0.51	0.60	0.55	0.55	0.56	0.56	0.55	0.58	0.49	0.54	0.61	0.56	0.47
Na ₂ O	3.59	3.03	3.27	3.14	3.20	3.08	3.15	3.12	3.47	3.46	3.19	3.12	3.54
K ₂ O	4.52	5.08	4.94	4.96	4.87	4.99	5.01	4.98	4.60	4.62	4.96	4.76	4.41
Total	91.61	92.56	92.69	93.07	92.35	92.09	93.48	93.47	92.78	92.18	92.97	91.97	92.46
SiO ₂	76.56	76.84	76.74	76.68	76.93	76.77	76.90	76.96	76.99	76.95	76.58	77.23	77.08
TiO ₂	0.07	0.07	0.10	0.15	0.07	0.10	0.14	0.11	0.12	0.02	0.01	0.11	0.07
Al ₂ O ₃	12.71	12.43	12.42	12.58	12.41	12.50	12.47	12.40	12.52	12.47	12.48	12.26	12.51
FeO	1.19	1.20	1.16	1.27	1.16	1.23	1.13	1.23	1.04	1.16	1.43	1.18	1.19
MnO	0.04	0.03	0.11	0.02	0.05	0.00	0.02	0.00	0.08	0.02	0.05	0.04	0.02
MgO	0.03	0.02	0.02	0.01	0.04	0.03	0.02	0.01	0.04	0.02	0.02	0.01	0.03
CaO	0.55	0.65	0.59	0.59	0.60	0.61	0.59	0.62	0.52	0.59	0.65	0.60	0.51
Na ₂ O	3.92	3.28	3.53	3.38	3.47	3.34	3.37	3.34	3.73	3.75	3.43	3.40	3.83
K ₂ O	4.94	5.49	5.33	5.33	5.28	5.42	5.35	5.33	4.96	5.01	5.34	5.18	4.77
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*:Total Fe as FeO

Sample Name	SAZ (r7)								
SiO ₂	71.26	70.74	70.94	71.85	71.43	70.95	70.94	71.69	70.54
TiO ₂	0.15	0.06	0.07	0.09	0.09	0.13	0.07	0.05	0.09
Al ₂ O ₃	11.56	11.68	11.71	11.68	11.62	11.44	11.66	11.67	11.36
FeO	1.01	0.87	0.98	1.05	1.03	1.12	1.13	0.97	1.10
MnO	0.09	0.00	0.03	0.04	0.05	0.05	0.01	0.00	0.03
MgO	0.02	0.01	0.04	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01
CaO	0.54	0.55	0.52	0.50	0.54	0.48	0.53	0.56	0.50
Na ₂ O	3.47	3.28	3.26	3.45	3.38	3.35	2.95	3.08	3.06
K ₂ O	4.38	4.94	4.76	4.63	4.52	4.84	5.21	5.12	4.88
Total	92.48	92.12	92.29	93.31	92.68	92.38	92.51	93.15	91.57
SiO ₂	77.06	76.78	76.86	77.01	77.07	76.80	76.69	76.96	77.04
TiO ₂	0.16	0.07	0.07	0.10	0.10	0.14	0.08	0.05	0.10
Al ₂ O ₃	12.50	12.68	12.68	12.51	12.54	12.39	12.60	12.53	12.40
FeO	1.09	0.94	1.06	1.13	1.11	1.21	1.22	1.04	1.21
MnO	0.10	0.00	0.03	0.05	0.05	0.05	0.01	0.00	0.04
MgO	0.02	0.01	0.04	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01
CaO	0.59	0.60	0.56	0.53	0.59	0.52	0.57	0.61	0.55
Na ₂ O	3.75	3.56	3.53	3.70	3.64	3.63	3.19	3.31	3.34
K ₂ O	4.73	5.36	5.16	4.96	4.88	5.23	5.63	5.49	5.33
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*:Total Fe as FeO



第15図 関屋5 m上位テフラ層（SK 上5 m），関屋6 m上位テフラ層（SK 上6 m），Isg-h（Sug-c）テフラ層および菅沼含褐れん石ガラス質テフラ層（SAZ）（新潟県長岡市小国国沢川ルート）の火山ガラスの化学組成．SK 上5 mとSAZ テフラ層の火山ガラスの化学組成は同一の領域を占める．

1.04%程度の値を示し、Chw-2や関屋テフラ層のガラスよりも高く、明らかに区別される。したがって、ガラスの形状も考慮に入れると関屋テフラ層のユニットIIが新潟地域のChw-2テフラ層に対比されると考えられる。また、Fup テフラ層とChw-1 テフラ層の火山ガラスは類似した化学組成を示し、同一のマグマからもたらされた可能性もある。したがって両テフラ層の対比には慎重な検討が必要であるが、その層準、およびFupのほうがChw-1にくらべて多孔質型ガラスと褐色ガラスが多く、有色鉱物において斜方輝石の含有量が多く、逆にChw-1は鉄鉱物が多いことなどに相違が見られる。なお新潟県魚沼～東頸城丘陵地域においては、Fup テフラ層とChw-1テフラ層の間の層準にザクロ石を含む犬伏含ザクロ石パミス質テフラ層(Igp)が存在している。

関屋テフラ層(ユニットII)とChw-2テフラ層との対比をより確実なものにするために、関屋5 m上位テフラ層(SK 5m)と新潟地域のテフラ層の対比についても検討した。関屋5 m上位テフラ層(SK 5m)はF(不発)型ガラスが多く、また有色鉱物として少量の褐れん石(allanite)を含むことを特徴とする。このような特徴を示すテフラ層は、新潟地域の西山層中部の層準ではChw-2より下位のTsp テフラ層のすぐ下位の菅沼ガラス質テフラ層c(Sug-c)と、Chw テフラ層のすぐ上位の菅沼含アラナイトガラス質テフラゾーン(SAZ)として集中して出現する2層準がある。この両テフラ層は記載岩石学的特徴は類似しているが、ガラスの化学組成から確実に識別できる。両者のガラスの化学組成を第11表および第12表に示したが、とくにCaOについて、Sug-c(Isg-h)では0.76-0.95%程度であるのに、SAZでは0.51-0.65%程度と明らかに低い。このことから第15図にも示すように、関屋5 m上位テフラ層は新潟地域のSAZに対比される。この対比からも関屋テフラ層とChw-2テフラ層との対比は確実であると考えられる。なおChw テフラ層の年代は約2.2Maとされている(黒川, 1999)。

Chw-2テフラ層は中央・西山油帯で広く見出される。長岡市東方の東山丘陵の宮路川ルートでは、Fup テフラ層(層厚25cm)の約120 m上位に(層厚10cm)(Kurokawa et al, 2002), さらに小千谷市野辺川ルートではFup テフラ層に対比されるNA9 テフラ層(層厚60cm)の約40 m上位に見出されるNA7テフラ層(層厚40cm)がChw-2に対比されて

いる(黒川・三浦, 1993)。

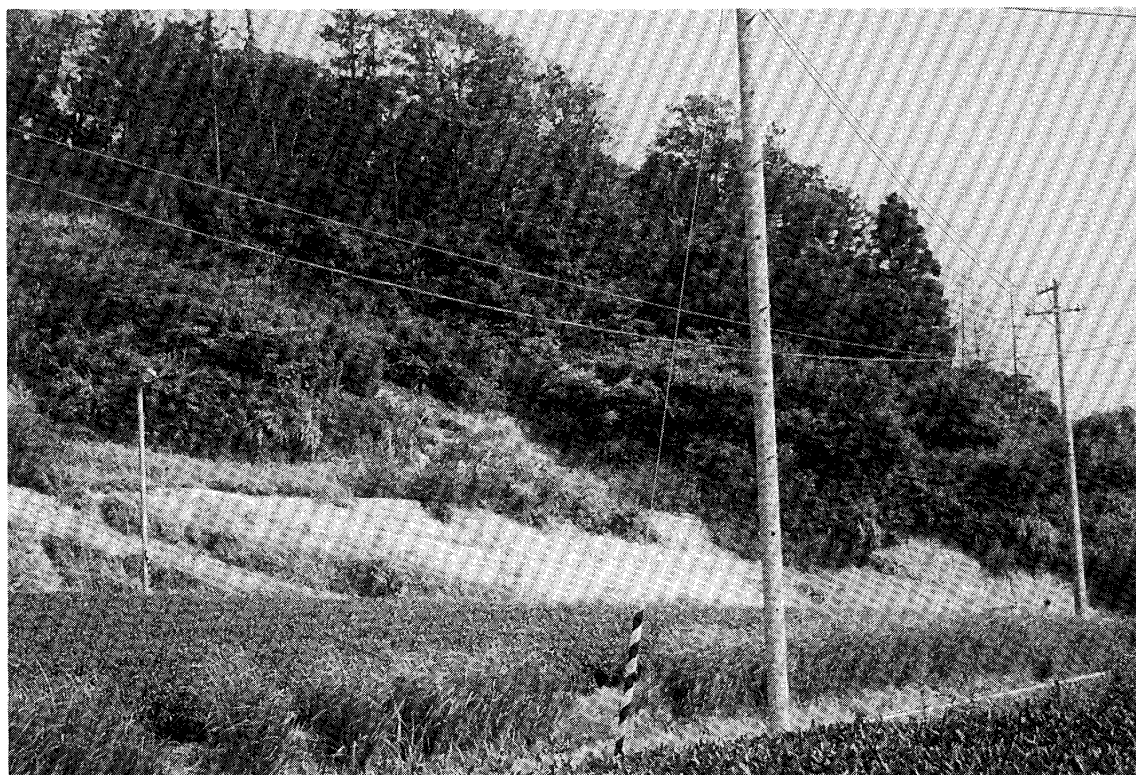
新潟県東頸城丘陵の柏崎市高柳町石黒川ルートでは、石黒パミス質テフラ層(Isgp)がChw テフラ層に対比される(黒川ほか, 1993)。Isgp テフラ層はこの地域の魚沼層群の基底部に見られ、全層厚が約45 mにも達する厚いテフラ層であるが、その大部分は再堆積層であり、礫層などを基底とする複数の堆積ユニットに区分される。このうち、Isgp テフラ層の基底から20 m上位のIsgp-D(層厚10 m)とその直上のIsgp-E(層厚8 m)には褐色ガラスがかなり多く含まれ、関屋テフラ層(SK)の上部(ユニットIII)に対応する可能性があると考えられる。また富倉背斜西翼の新潟県妙高市の大川層相当層である土路(どろ)層中では土路川ラミネイテッドパミス質テフラ層(Dlp)(全層厚10 m)がChw-2に対比されている(黒川・青木・伊藤, 1995)。

静岡県掛川層群のテフラ層との対比

静岡県掛川市から御前崎市周辺に分布する鮮新-更新統掛川層群にも多くのテフラ層が挟在している。このうち、堀之内互層または柴ほか(2000)の上内田累層に挟在する岩滑(いわなめ)テフラ層から五百済(いおずみ)テフラ層までのテフラ層のゾーンが全体として新潟地域の中永白色ガラス質テフラ層(Chw)のゾーンに対比されることが青木(1999)によって指摘されている。

岩滑テフラ層から五百済テフラ層までのテフラ層ゾーンは静岡県掛川市大東町岩滑の大規模茶畑南側の崖にほぼ連続して露出する(第16図)。この露出の全体の層厚は約30 m程度で、里口ほか(1996)によれば下位より岩滑Iテフラ層(層厚35cm)、その約8 m上位に岩滑IIテフラ層(層厚50cm)、その約4 m上位に岩滑IIIテフラ層(層厚120cm)、その約2 m上位に岩滑IVテフラ層(層厚10cm)、その約4 m上位に岩滑Vテフラ層(層厚120cm)が見出され、その約2 m上位に全層厚約6 mの五百済テフラ層が見出される。五百済テフラ層は多くの堆積ユニットから構成される。

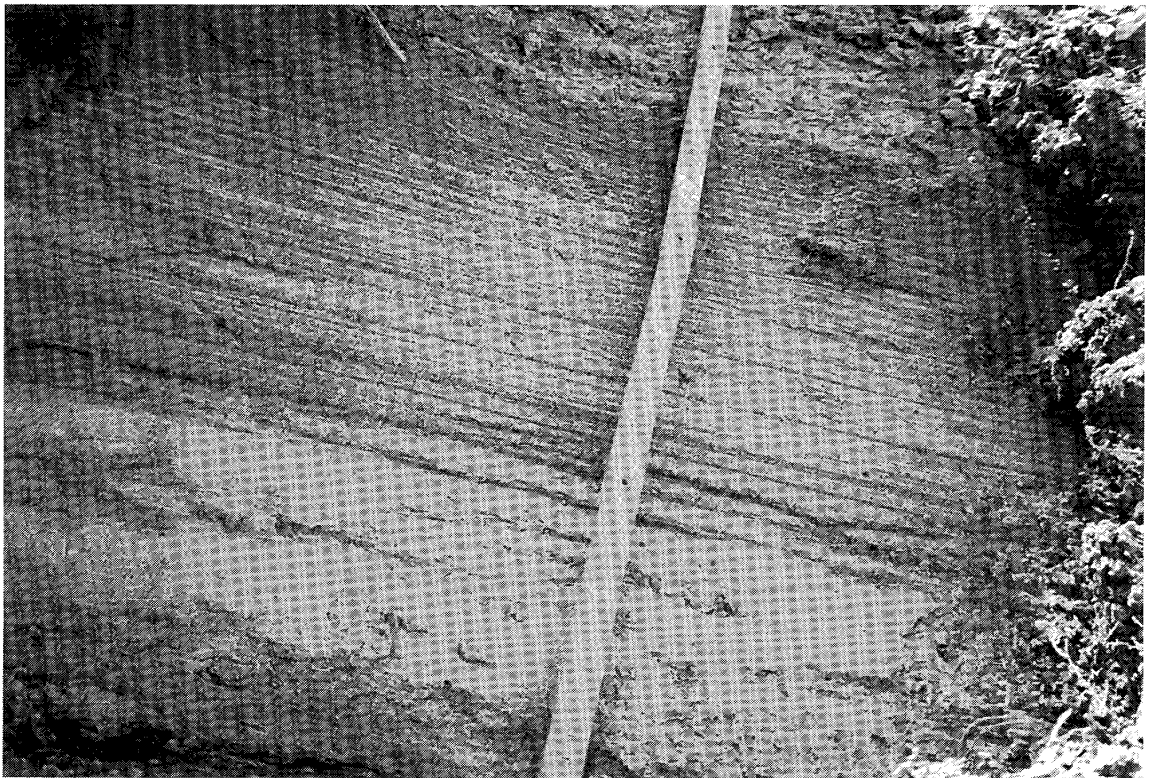
今回は関屋テフラ層(SK)とも対比される可能性がある岩滑IIテフラ層、岩滑IIIテフラ層および岩滑Vテフラ層の記載岩石学的特徴と火山ガラスの化学組成の検討を行った。ただしこのゾーンには互層中に多くの類似したテフラ層が挟在しているために里口ほか(1996)が示した個別のテフラ層を現地で認定することはなかなか容易でない。



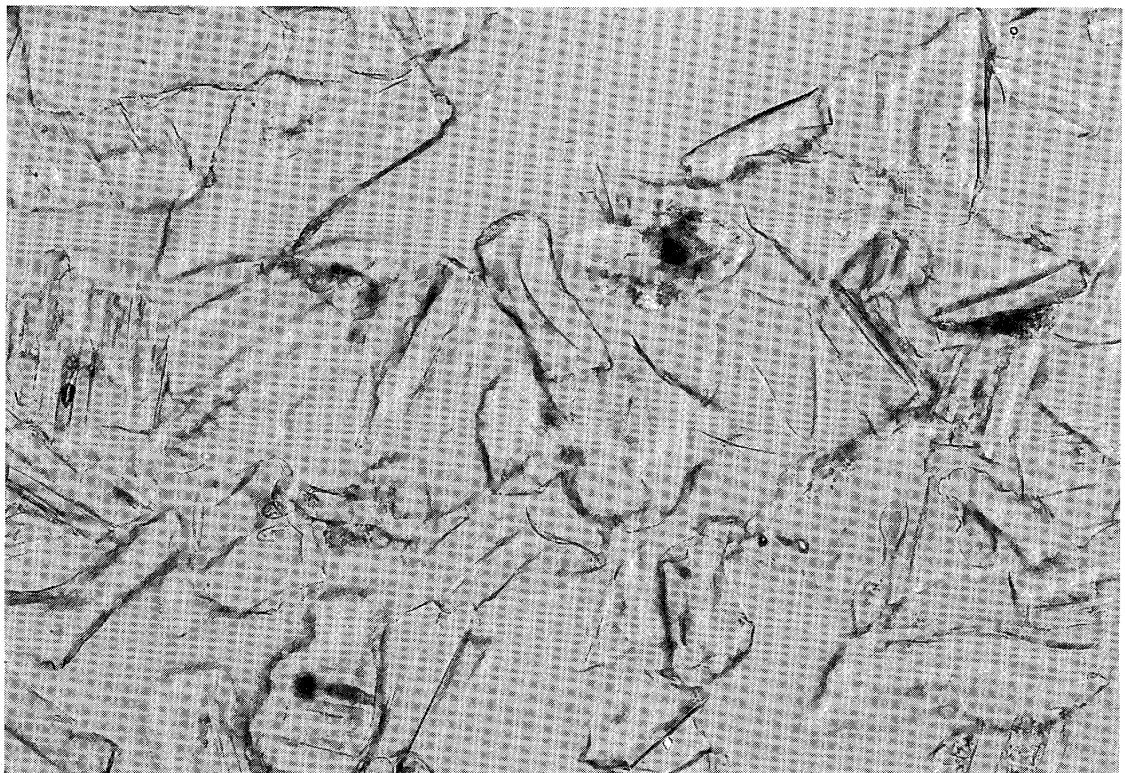
第16図 静岡県掛川市大東町岩滑における掛川層群の岩滑一五百済テフラ層の層準の露出状況。右（南西）側が上位。



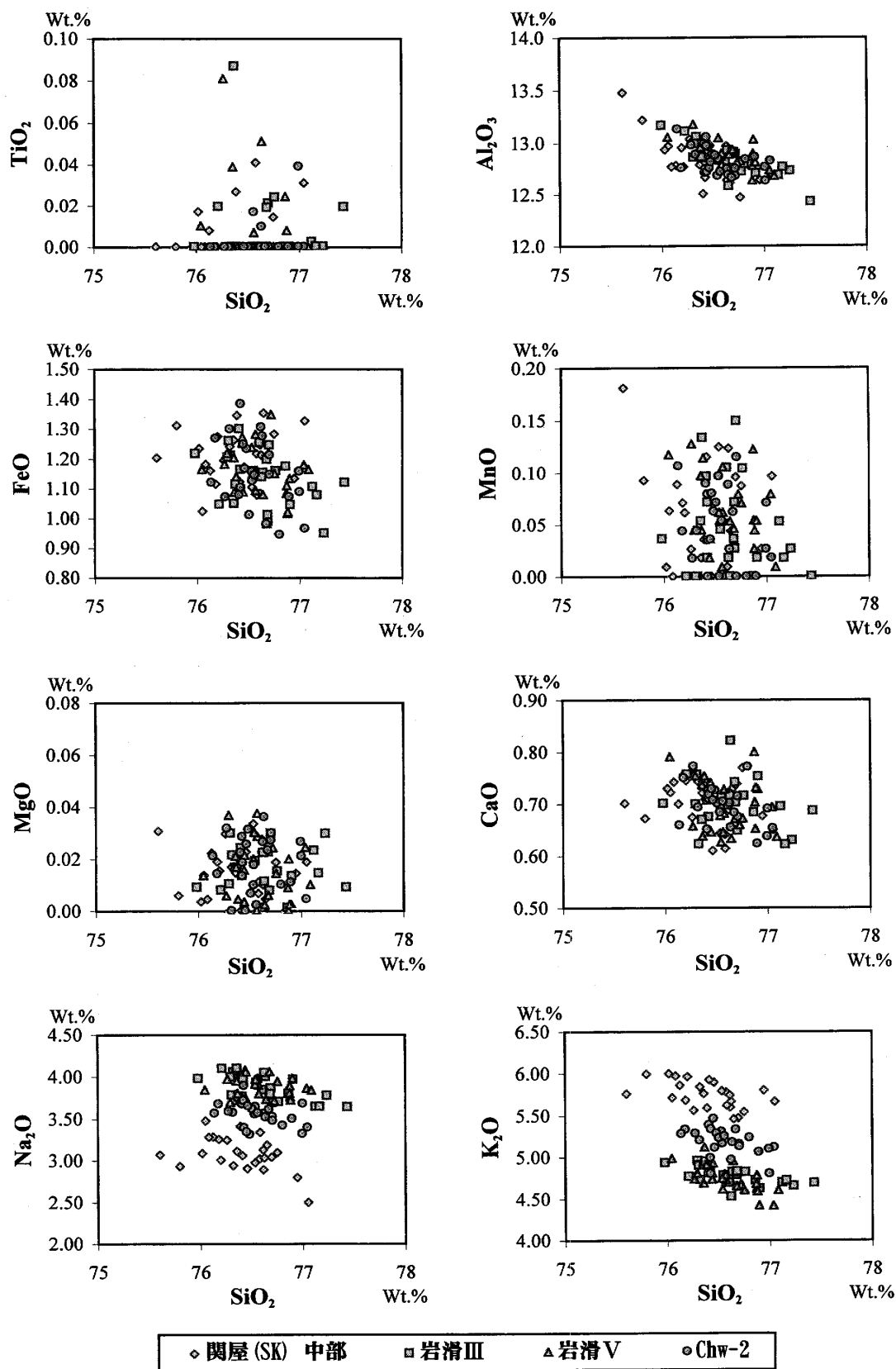
第17図 掛川市大東町岩滑（模式地）における岩滑Ⅱテフラ層の構成粒子。



第18図 掛川市岩滑（模式地）における岩滑Ⅲテフラ層（層厚約120cm）の産状.



第19図 掛川市岩滑における岩滑Ⅲテフラ層の構成粒子（1/8-1/16mmの粒子）.



カラー図版3 関屋テフラ層 (SK) (ユニットII) (模式地), 中永白色ガラス質テフラ層2 (Chw-2) (新潟県長岡市三島中永) (模式地) と掛川層群の岩滑Ⅲおよび岩滑Ⅴテフラ層 (静岡県掛川市大東町岩滑) (模式地) の火山ガラスの化学組成.

第13表 静岡県掛川市岩滑における掛川層群の岩滑Ⅱテフラ層の火山ガラスの化学組成.

Sample Name	岩滑Ⅱ(下部) (r5)												
SiO ₂	68.40	70.30	69.68	67.66	67.43	64.96	68.34	67.12	67.18	68.13	67.35	67.76	68.94
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Al ₂ O ₃	11.73	11.80	11.70	11.93	11.75	11.13	11.66	11.51	11.73	11.92	11.82	11.81	11.70
FeO	1.23	1.35	1.16	1.28	1.14	1.14	1.23	1.39	1.42	1.37	1.16	1.16	1.18
MnO	0.02	0.10	0.09	0.08	0.04	0.02	0.09	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.08
MgO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02
CaO	0.82	0.76	0.80	0.85	0.81	0.81	0.84	0.85	0.84	0.77	0.80	0.73	0.79
Na ₂ O	3.77	3.69	3.61	3.54	3.84	3.32	3.59	3.64	3.67	3.65	3.67	3.75	3.66
K ₂ O	3.99	4.06	3.84	3.81	3.95	3.99	3.73	3.90	3.98	3.88	3.80	3.95	3.85
Total	89.96	92.05	90.87	89.19	88.98	85.37	89.48	88.53	88.85	89.77	88.63	89.19	90.25
SiO ₂	76.03	76.37	76.68	75.86	75.78	76.09	76.37	75.81	75.61	75.90	75.99	75.97	76.38
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Al ₂ O ₃	13.04	12.82	12.87	13.37	13.21	13.04	13.03	13.00	13.20	13.27	13.34	13.24	12.96
FeO	1.37	1.46	1.28	1.43	1.28	1.33	1.37	1.57	1.59	1.53	1.31	1.30	1.31
MnO	0.02	0.10	0.10	0.09	0.04	0.03	0.10	0.14	0.04	0.04	0.01	0.03	0.09
MgO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02
CaO	0.91	0.82	0.88	0.95	0.91	0.95	0.94	0.96	0.95	0.86	0.90	0.82	0.87
Na ₂ O	4.19	4.01	3.97	3.97	4.32	3.88	4.02	4.11	4.13	4.07	4.14	4.21	4.06
K ₂ O	4.43	4.41	4.23	4.28	4.44	4.67	4.17	4.40	4.48	4.32	4.29	4.43	4.26
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*: Total Fe as FeO

Sample Name	岩滑Ⅲ(下部) (r5)											
SiO ₂	69.25	67.85	67.79	67.96	68.86	69.05	68.07	68.17	70.33	67.49	66.14	67.03
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	0.03	0.01	0.04	0.00
Al ₂ O ₃	11.83	11.79	11.84	11.85	11.96	11.62	11.75	11.86	11.86	11.63	11.61	11.70
FeO	1.29	1.10	1.09	1.09	1.15	1.34	1.12	1.25	1.19	1.43	1.23	1.47
MnO	0.05	0.06	0.03	0.00	0.06	0.06	0.08	0.02	0.10	0.08	0.02	0.02
MgO	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02
CaO	0.78	0.74	0.66	0.83	0.83	0.83	0.83	0.75	0.81	0.79	0.81	0.82
Na ₂ O	3.73	3.77	3.74	3.72	3.80	3.85	3.96	3.38	3.75	3.54	3.57	3.75
K ₂ O	4.04	3.78	3.96	3.83	3.76	3.78	3.73	4.03	4.07	3.98	4.28	4.08
Total	90.97	89.10	89.13	89.27	90.42	90.58	89.53	89.50	92.16	88.95	87.72	88.89
SiO ₂	76.12	76.15	76.06	76.12	76.16	76.23	76.03	76.17	76.31	75.88	75.40	75.40
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	0.03	0.01	0.04	0.00
Al ₂ O ₃	13.00	13.24	13.28	13.27	13.22	12.83	13.13	13.25	12.87	13.07	13.23	13.16
FeO	1.42	1.23	1.22	1.22	1.27	1.48	1.25	1.39	1.29	1.61	1.40	1.66
MnO	0.05	0.07	0.04	0.00	0.06	0.07	0.09	0.02	0.11	0.09	0.02	0.03
MgO	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.02
CaO	0.86	0.83	0.74	0.92	0.92	0.91	0.92	0.84	0.88	0.89	0.93	0.92
Na ₂ O	4.10	4.23	4.20	4.17	4.20	4.25	4.42	3.78	4.07	3.97	4.07	4.22
K ₂ O	4.44	4.25	4.45	4.29	4.16	4.17	4.17	4.51	4.41	4.47	4.88	4.59
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*: Total Fe as FeO

第14表 静岡県掛川市岩滑における掛川層群の岩滑Ⅲテフラ層の火山ガラスの化学組成.

Sample Name	岩滑3(下部上半(r5))												
SiO ₂	69.02	68.51	70.21	69.20	68.45	68.39	71.13	70.12	70.52	70.20	70.66	67.58	67.76
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00
Al ₂ O ₃	11.31	11.37	11.82	11.61	11.68	11.59	11.70	11.56	11.71	11.78	11.80	11.60	11.72
FeO	1.04	1.07	1.20	1.06	1.09	0.99	0.88	0.96	1.08	1.14	1.16	0.93	1.09
MnO	0.00	0.03	0.09	0.06	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.14	0.10	0.00	0.03
MgO	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01
CaO	0.74	0.66	0.65	0.61	0.56	0.64	0.58	0.69	0.63	0.59	0.64	0.67	0.62
Na ₂ O	3.60	3.40	3.46	3.61	3.64	3.55	3.47	3.61	3.48	3.38	3.54	3.63	3.55
K ₂ O	4.35	4.29	4.45	4.39	4.25	4.31	4.30	4.22	4.34	4.26	4.34	4.24	4.41
Total	90.07	89.35	91.90	90.55	89.69	89.50	92.10	91.18	91.76	91.54	92.24	88.67	89.18
SiO ₂	76.63	76.67	76.40	76.42	76.32	76.42	77.23	76.90	76.86	76.70	76.60	76.21	75.98
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00
Al ₂ O ₃	12.56	12.73	12.86	12.82	13.03	12.95	12.70	12.68	12.76	12.87	12.80	13.08	13.14
FeO	1.16	1.20	1.30	1.17	1.21	1.10	0.95	1.05	1.18	1.25	1.26	1.05	1.22
MnO	0.00	0.04	0.10	0.07	0.00	0.02	0.03	0.02	0.00	0.15	0.10	0.00	0.04
MgO	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01
CaO	0.82	0.74	0.71	0.67	0.62	0.71	0.63	0.75	0.68	0.65	0.70	0.76	0.70
Na ₂ O	4.00	3.81	3.76	3.99	4.06	3.96	3.77	3.96	3.79	3.69	3.84	4.10	3.98
K ₂ O	4.83	4.80	4.84	4.85	4.74	4.82	4.66	4.63	4.73	4.66	4.70	4.78	4.94
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*:Total Fe as FeO

Sample Name	岩滑3(下部上半(r5))											
SiO ₂	67.67	69.63	68.52	69.51	71.40	70.86	69.78	69.34	69.12	69.43	69.25	70.50
TiO ₂	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	11.38	11.69	11.46	11.81	11.81	11.63	11.18	11.67	11.61	11.69	11.63	11.64
FeO	1.07	0.90	1.04	1.15	1.08	1.02	1.01	0.96	1.01	1.03	0.92	0.99
MnO	0.00	0.02	0.04	0.00	0.10	0.05	0.00	0.05	0.12	0.02	0.06	0.02
MgO	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
CaO	0.62	0.65	0.64	0.69	0.66	0.64	0.62	0.61	0.66	0.65	0.63	0.57
Na ₂ O	3.54	3.51	3.52	3.44	3.44	3.35	3.28	3.72	3.40	3.67	3.42	3.33
K ₂ O	4.40	4.38	4.29	4.47	4.49	4.32	4.23	4.46	4.49	4.11	4.37	4.32
Total	88.70	90.81	89.52	91.10	93.02	91.88	90.13	90.81	90.51	90.61	90.31	91.37
SiO ₂	76.29	76.68	76.54	76.30	76.76	77.12	77.43	76.36	76.37	76.62	76.68	77.16
TiO ₂	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	12.83	12.88	12.80	12.96	12.70	12.66	12.40	12.85	12.83	12.90	12.88	12.74
FeO	1.21	0.99	1.16	1.26	1.16	1.11	1.12	1.05	1.12	1.14	1.01	1.08
MnO	0.00	0.03	0.04	0.00	0.10	0.05	0.00	0.05	0.13	0.02	0.07	0.02
MgO	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01
CaO	0.70	0.71	0.71	0.76	0.71	0.69	0.68	0.67	0.73	0.71	0.70	0.62
Na ₂ O	4.00	3.86	3.93	3.78	3.70	3.64	3.64	4.10	3.76	4.04	3.79	3.64
K ₂ O	4.96	4.83	4.79	4.91	4.83	4.70	4.70	4.91	4.96	4.54	4.84	4.73
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*:Total Fe as FeO

第15表 静岡県掛川市岩滑における掛川層群の岩滑Vテフラ層の火山ガラスの化学組成.

Sample Name	岩滑V												
SiO ₂	70.37	69.26	68.81	67.53	68.68	69.82	70.58	70.12	70.42	70.10	69.95	69.94	67.93
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.01
Al ₂ O ₃	11.73	11.62	11.41	11.48	11.48	11.71	11.64	11.69	11.73	11.78	11.83	11.74	11.64
FeO	1.06	1.14	1.00	1.05	0.98	1.06	1.08	1.18	1.24	1.00	1.11	0.99	1.04
MnO	0.06	0.00	0.05	0.11	0.03	0.01	0.07	0.10	0.07	0.06	0.09	0.05	0.10
MgO	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.00	0.01
CaO	0.62	0.59	0.63	0.58	0.58	0.59	0.63	0.67	0.60	0.62	0.67	0.58	0.71
Na ₂ O	3.61	3.70	3.48	3.51	3.64	3.63	3.53	3.48	3.41	3.57	3.62	3.40	3.44
K ₂ O	4.23	4.30	4.15	4.20	4.43	4.38	4.06	4.34	4.30	4.39	4.30	4.53	4.46
Total	91.69	90.61	89.52	88.55	89.84	91.20	91.62	91.58	91.79	91.56	91.61	91.27	89.33
SiO ₂	76.75	76.44	76.86	76.26	76.44	76.56	77.03	76.56	76.71	76.56	76.35	76.63	76.04
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.01
Al ₂ O ₃	12.79	12.83	12.75	12.97	12.78	12.84	12.71	12.76	12.78	12.87	12.91	12.86	13.02
FeO	1.15	1.25	1.11	1.18	1.09	1.16	1.18	1.28	1.35	1.10	1.21	1.08	1.17
MnO	0.07	0.00	0.05	0.13	0.04	0.01	0.08	0.10	0.08	0.06	0.10	0.05	0.12
MgO	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.00	0.01
CaO	0.67	0.65	0.70	0.66	0.64	0.64	0.69	0.73	0.66	0.68	0.73	0.63	0.79
Na ₂ O	3.94	4.08	3.89	3.97	4.06	3.98	3.86	3.79	3.71	3.90	3.95	3.73	3.85
K ₂ O	4.62	4.74	4.63	4.75	4.93	4.80	4.43	4.74	4.68	4.80	4.70	4.96	4.99
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*: Total Fe as FeO

Sample Name	岩滑V											
SiO ₂	69.05	70.10	70.43	70.01	71.00	69.51	67.14	69.23	70.07	70.20	69.61	69.15
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	11.90	11.74	11.79	11.49	11.65	11.56	11.30	11.78	11.85	11.93	11.81	11.71
FeO	1.11	1.14	0.93	1.06	1.00	1.03	0.86	1.04	0.93	1.05	1.16	0.99
MnO	0.04	0.06	0.02	0.01	0.11	0.05	0.04	0.05	0.04	0.10	0.02	0.04
MgO	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02
CaO	0.68	0.62	0.60	0.58	0.74	0.66	0.59	0.57	0.67	0.69	0.67	0.58
Na ₂ O	3.35	3.58	3.44	3.49	3.51	3.59	3.55	3.59	3.39	3.42	3.42	3.44
K ₂ O	4.36	4.36	4.39	4.19	4.33	4.01	4.09	4.18	4.19	4.52	4.39	4.64
Total	90.51	91.60	91.62	90.83	92.37	90.40	87.57	90.46	91.15	91.91	91.07	90.55
SiO ₂	76.29	76.53	76.87	77.08	76.86	76.89	76.67	76.53	76.87	76.38	76.44	76.36
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	13.15	12.81	12.87	12.65	12.61	12.78	12.90	13.02	13.00	12.98	12.96	12.93
FeO	1.22	1.24	1.02	1.17	1.09	1.14	0.98	1.15	1.02	1.14	1.27	1.09
MnO	0.04	0.06	0.03	0.01	0.12	0.05	0.05	0.05	0.04	0.11	0.02	0.04
MgO	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02
CaO	0.75	0.68	0.65	0.64	0.80	0.73	0.67	0.63	0.73	0.75	0.74	0.64
Na ₂ O	3.70	3.91	3.76	3.84	3.80	3.98	4.05	3.96	3.72	3.72	3.75	3.80
K ₂ O	4.82	4.76	4.79	4.61	4.69	4.43	4.66	4.63	4.60	4.92	4.81	5.13
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*: Total Fe as FeO

岩滑Ⅱテフラ層はほとんどが火山ガラスで、斜長石は5%程度である。ガラスは中間型が多いが、micropumice型の多孔質型ガラスがやや多く含まれる(第17図)。ごく少量の褐色ガラスを含む。有色鉱物は斜方輝石、鉄鉱物、黒雲母、ホルンブレンドなどが見出されるが、その上部では黒雲母が多くなる。岩滑Ⅱテフラ層の火山ガラスの化学組成を第13表に示した。FeOが1.2-1.6%, CaOが0.82-0.95%の値を示すなど新潟地域のChw-1の火山ガラスの組成とはほぼ一致する。以上の記載岩石学的特徴と火山ガラスの化学組成から、岩滑Ⅱテフラ層は新潟地域西山層中部のChw-1テフラ層に対比されることが考えられる。岩滑Ⅲテフラ層(第18図)もほとんどが火山ガラスで、斜長石は3%程度である。ガラスは中間型が多いが(第19図)、偏平型や多孔質型ガラスも混在している。少量の褐色ガラスを含み、黒曜石片状のものも見られる。有色鉱物は黒雲母が多く、ほかにホルンブレンド、酸化ホルンブレンドなどが見出される。岩滑Ⅲテフラ層の火山ガラスの化学組成を第14表に示した。岩滑Ⅴテフラ層はほとんどが火山ガラスで、3%程度の斜長石と5%程度の異質粒子を含む。ガラスは中間型と偏平型が多い。少量の褐色ガラスを含み、黒曜石片状のものも見られる。有色鉱物は黒雲母、斜方輝石、単斜輝石、ホルンブレンド、鉄鉱物が見出られる。岩滑Ⅴテフラ層の火山ガラスの化学組成を第15表に示した。

岩滑Ⅲテフラ層と岩滑Ⅴテフラ層の火山ガラスの化学組成は類似した値を示し、FeOが1.0-1.3%, CaOが0.62-0.76%の値を示す。これらの値はNa₂OとK₂Oの逆転現象(原因不明)をのぞいて関屋テフラ層(SK)および新潟地域のChw-2の火山ガラスの組成とはほぼ一致する(カラー図版3)。以上の記載岩石学的特徴と火山ガラスの化学組成から、岩滑Ⅲテフラ層から岩滑Ⅴテフラ層までのテフラ層のゾーンは関屋テフラ層(SK)および新潟地域のChw-2テフラ層に対比されることが考えられる。掛川層群において、岩滑-五百済テフラ層ゾーンの下位にある白岩テフラ層が、新潟地域においてChwテフラ層よりも下位のKyp-NA11テフラ層に対比されている(Kurokawa et al, 2004)(第20図)ことから層序的にもこの対比に矛盾はない。なお岩滑Ⅰと岩滑Ⅳテフラ層は野外での認定が容易でないが、里口ほか(1996)による火山ガラスの形状や屈折率のデータからは岩滑Ⅰは岩滑Ⅱと、岩滑Ⅳは岩滑Ⅲや岩滑Ⅴと同様の特徴を示している。さらにこれの上位の五百済テフラ層には黒雲母やホルンブレンド

が多く、多孔質型ガラスが多くを占め、新潟地域のChw-3テフラ層との対比が青木(1999)によって示されている。なお関屋-Chw-2テフラ層の給源は、その層厚分布と火山ガラスのK₂O量が高い値(4.5~5.5%)を示すことなどから、現在の飛騨山脈方面に想定される。

大川層の堆積年代と千曲川西岸地域のテクトニクス

1. 大川層の堆積年代

関屋テフラ層(SK)は約2.2Maとされている新潟地域の西山層中部のChwテフラ層に対比されることが明らかになったことにもとづき、大川層の年代と千曲川西岸地域のテクトニクスについて考えてみる。

大川層において、関屋テフラ層はその基底から約500m上位に挟在し、さらにその約500m上位にはT4(SK110)テフラ層が挟在している。SK110テフラ層の年代は1.65-1.60Maの範囲にあると考えられ、ここではその年代を1.63MaとしてSKテフラ層とT4テフラ層の間の平均堆積速度を求めると、57万年間で500m、つまり1万年につき約8.8m、すなわち88cm/1000yrとなる。この平均堆積速度を前提にして大川層の基底と上限の年代を検討すると、その下限は関屋テフラ層の約500m下位であることから約2.77Maという値を、また大川層の上限はT4(SK110)テフラ層の約700m上位にあり、その年代値は0.83Maと算出される。上限の値は、新潟地域において魚沼層群上部層の層準に相当する。一方、下限の年代は富倉背斜を隔てて西側の新潟県妙高市側では堰口層上部に平丸パミス質テフラ層(Hrp)が見出されるが、これはおおよそ2.5Maと考えられるHap-2テフラ層に対比される(黒川ほか, 1995)。したがって、実際は平均堆積速度を前提にして求めた2.7Maの値よりは新しく、おおよそ2.5Ma前後と想定するのが妥当であると考えられる。なお柳沢ほか(2001)は大川層のFT年代として、関屋テフラ層については 2.3 ± 0.2 Ma、その100m上位のテフラ層について 2.2 ± 0.2 Ma、T4テフラ層について 1.5 ± 0.1 Ma、大川層最上部で野々川火砕岩部層と指交する層準のテフラ層(黒岩山西方)について 1.2 ± 0.1 Maの値を報告している。これらの値は前述の推定年代値とはほぼ調和的であるが、平均堆積速度を前提にして求めた上述の上限の値は新し過ぎるように考えれ、柳沢ほか(2001)が示し

	M.	Ma	古琵琶湖	東海	掛川	飯山市関屋	富倉背斜	東頸城	八石油帯	小千谷	中央油帯
更新世 後期鮮新世		1.6 Ma		米野I	上土方I	T4	-----	SK110	SK110	SK110	SK110
		1.7									
		1.8	五軒茶屋	嘉例川	-----	-----	-----	Tzc	Tzc	-----	
		1.9						lrg	lrg	-----	Sig
		2.0 Ma						SK130	SK130	NA0	
		2.1									
		2.2			岩滑・五百済	関屋	Dlp	lsgp	Chw	NA7	Chw
		2.3									
		2.4	虫生野	小社	白岩	-----	Nkw	Kyp	Sgs	NA11	Jwg-4
		2.5					Hrp	Kap	Hap-2	NA13C	Hap-2
		2.6									
		2.7		南谷2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Ftj
		2.8									
		2.9	相模I	南谷1	有ヶ谷I	-----	-----	-----	-----	-----	Arg-2

第20図 大川層と新潟地域および掛川地域などとのテフラ層の広域対比. Kurokawa et al (2004) の図に大川層のテフラ層を加えた. 「富倉背斜」はその西翼(新潟県妙高市)を示す.

た1.1Ma付近の年代と考えるのが妥当であろう. 以上のことから大川層の堆積年代はおおよそ2.5~1.0Maと想定されるが, これは新潟地域における西山層中部の上半から魚沼層群の上部層にかかる付近までの層準にほぼ相当する.

2. 千曲川西岸域のテクトニクス

新潟堆積盆においては, おおよそ2.5Ma以降, 上部浅海~陸成層の堆積域が現在の日本海の方に向かって前進的に拡大したこと, すなわちプログラデーションの過程がテフラ層序学的方法によって時空的に明らかにされている(黒川ほか, 1993). これを長野県北東部地域にまで広げて考えると, 上部浅海成層は長野市北西部の猿丸層で最初に出現した. 猿丸層の基底には新潟地域のYkpテフラ層に対比されるT1テフラ層が見出されることから(青木・黒川, 1999), その年代は約4.2Maと想定される. 飯山市西方では, 上部浅海成層の堆積は堰口層(層厚15-40m)(柳沢ほか, 2001)の堆積で始まるが, 大川層の基底の年代が前述のように2.5Ma前後と考えられることからその年代はおおよそ2.6-2.5Maと想定される. この年代は長野市北西部よりは新しく, 新潟地域東頸城丘陵南部の松之山地域(約

2.5Ma)とほぼ同じである. なおT4(SK110)テフラ層が富倉背斜西翼(新潟県妙高市)では見出されないことなどから, 約1.6Maにはその西翼では隆起が開始されていたものと考えられる.

飯山市西方において, 大川層主部はほとんど河川成の一定した堆積環境を示すことから, その堆積年代であるおおよそ2.4Maから1.0Maの間はおおむねその堆積速度に見合う速度(1万年につき約8.8m)で地殻が沈降し続けていたものと想定される. この千曲川西岸地域の沈降域がおおよそ1Ma以降, 沈降から隆起に反転し, 現在に至るまでに千曲川ぞいに撓曲帯や断層帯を形成したものと考えられる.

文 献

- 青木豊樹(1999) 新潟地域と掛川地域における鮮新世後期の火山灰層の対比. 日本地質学会第106年学術大会講演要旨, 32.
- 青木豊樹・黒川勝己(1999) 長野県猿丸層のT1, T4火山灰層と新潟地域のYkp(浜忠層), SK110(魚沼層群)火山灰層との対比. 地質雑, 105巻, 473-479.
- 黒川勝己(1999) 新潟地域における七谷層~魚沼層

- 群の火山灰層序. 石油技術協会誌, 64巻, 80-93.
- 黒川勝己・青木豊樹・伊藤貴彦 (1995) 新井市東南方富倉背斜地域における火山灰鍵層とその対比—とくに土路層と菅沼層 (八石油帯) との対比について—. 新潟大教育紀要 (自然科学編), 36巻, 99-157.
- 黒川勝己・丸山悦子・沢栗隆之 (1989) 新潟県中央油帯北部における椎谷層・西山層中の水底堆積テフラ. 新潟大教育紀要 (自然科学編), 30巻, 39-64.
- 黒川勝己・三浦光代 (1993) 火山灰鍵層からみた新潟県魚沼丘陵地域の層序とその対比—とくに魚沼層群基底部と菅沼層 (八石油帯) との同時異相関係について—. 新潟大教育紀要 (自然科学編), 34巻, 97-148.
- Kurokawa, K., Ohashi, A., Higuchi, Y. and Satoguchi, Y. (2004) Correlation of the late Pliocene Mushono-Shiraiwa Tephra Beds in the Kobiwako and Kakegawa Groups to the Kyp-NA11-Jwg4 Tephra Beds in the Niigata region, central Japan. *Mem. Fac. Educ. Human Sci., Niigata Univ. (Natural Sci.)*, vol. 6, 107-120.
- 黒川勝己・尾澤増美・富田裕子・三浦光代・渡邊春美 (1993) 新潟県東頸城丘陵東部における鮮新統の火山灰層序—とくに上部浅海～陸成層の堆積域の前進的拡大について—. 新潟大教育紀要 (自然科学編), 35巻, 35-77.
- Kurokawa, K., Sakai, H., Noguchi, N. and Higuchi, Y. (2002) Tephra marker beds and their correlation in the Higashiyama Hills, east of Nagaoka City (Part2): detection of the Znp and Ysc Tephra Beds in Pliocene series and their significance. *Mem. Fac. Educ. Human Sci., Niigata Univ. (Natural Sci.)*, vol. 5, 41-68.
- 斉藤 豊・上条 静・服部正志・水上寿英・福島 宏・堀越 忠・百瀬秀夫 (1962) 富倉油田の層序と地質構造. 長野県の地学Ⅲ, 83-106, 長野県地学会.
- 里口保文・吉川周作・笹尾英嗣・長橋良隆 (1996) 静岡県の鮮新—更新統掛川層群上部の火山灰層とその広域対比. 地球科学, 50巻, 483-500.
- 柴 正博・渡邊恭太郎・横山謙二・佐々木昭仁・有働文雄・尾形千里 (2000) 掛川層群上部層の火山灰層. 海・人・自然 (東海大学博物館研究報告), 2号, 53-108.
- 柳沢幸夫・金子隆之・赤羽貞幸・栗田泰夫・釜井俊孝・土谷信之 (2001) 飯山地域の地質. 地質調査所研究報告 (5万分の1地質図幅), 1-114, 地質調査所.