

糸魚川東部地域の更新世火山岩類

古川竜太¹・長森英明^{2,*}

Ryuta Furukawa and Hideaki Nagamori (2018) Pleistocene volcanic rocks from the eastern Itoigawa Region. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 69 (2), p.115–124, 8 figs, 2 tables, 1 appendix.

Abstract: Volcanic stratigraphy performed at the eastern Itoigawa region revealed 3 formations of volcanic rocks of Sarukura, Eboshiyama and Takanomine in ascending order, with subordinating coarse grained epiclastic formation of Kajiyashiki which is partly interfingered with the Takanomine Formation. K–Ar datings revealed ca. 1.3–1.2 Ma from juvenile dacite volcanic blocks of the Eboshiyama Formation and 0.65 Ma from juvenile andesite volcanic block of the Takanomine Formation. Fission-Track dating resulted in ca. 1 Ma from the Otanigawa Tuff of the Kajiyashiki Formation. As the Kajiyashiki Formation includes abundant andesite volcanic blocks of the Takanomine Formation, the activity of the Takanomine Formation started before 1 Ma and at least sustained until 0.65 Ma. Petrological analyses revealed characteristics of magma in each formation especially shown in SiO₂–K₂O diagram which depicts discriminative variation of K-series in Pleistocene epoch.

Keywords: volcano, Quaternary, Itoigawa, Northern Fossa-magna, Pleistocene, andesite, dacite, medium-K series, K–Ar, Takanomine, Eboshiyama

要 旨

新潟県糸魚川市東部には第四紀更新世の火山岩類が広く分布しており、下位より猿倉層(新称)、江星山層、梶屋敷層、高峰層(新称)からなる。下部更新統の猿倉層は安山岩–玄武岩質安山岩の火山碎屑岩からなる。江星山層はデイサイト–玄武岩質安山岩の火山碎屑岩、貫入岩からなり、およそ1.3–1.2 MaのK–Ar年代を示す。岩石学的性質及びK–Ar年代は西頸城半深成岩類の鉾ヶ岳岩体と共通する。梶屋敷層は高峰層と同質な火山岩礫を多く含む堆積岩で、挟在する大谷川凝灰岩はおよそ1 Maのフィッシュン・トラック年代を示す。高峰層は梶屋敷層と一部指交関係で上位に位置し、安山岩–玄武岩質安山岩の火山碎屑岩からなる。上部の凝灰角礫岩本質岩塊のK–Ar年代は0.65 Maであり、高峰層の火山活動は少なくとも1 Maから0.65 Maの期間にわたる。火山岩の全岩化学組成から江星山層は特徴的に中カリウム系列の低カリウム側の組成領域にあり、他の層とは区別される。

1. はじめに

新潟県糸魚川市の東部、早川と能生川に挟まれた地域で鉾ヶ岳から北西側(以下、糸魚川東部地域と呼ぶ)に広く分布する火山岩類は鮮新統とされてきた(蘭部, 1936; 藤本ほか, 1951; 西田ほか, 1966; 第1図及び第2図)。また、それらの火山岩類は、早川の南側に分布する海川層に対比され、一連の火山岩とされていた(赤羽・加藤, 1989; 原山ほか, 1996; 第2図)。海川層からは3.5–3.2 MaのK–Ar年代が報告され(早津・河内, 1997; 山本ほか, 1998)、鮮新世の前期から後期の地層であることがわかっている。しかし、大場(2009)が糸魚川東部地域の江星山付近から1.2–0.9 MaのK–Ar年代を報告したことから、糸魚川東部地域の火山岩類について層序と年代論の再検討が必要となっていた。今回、糸魚川東部地域の地質調査と全岩化学組成分析及び年代測定を行い、新たに構築した層序区分を報告する。

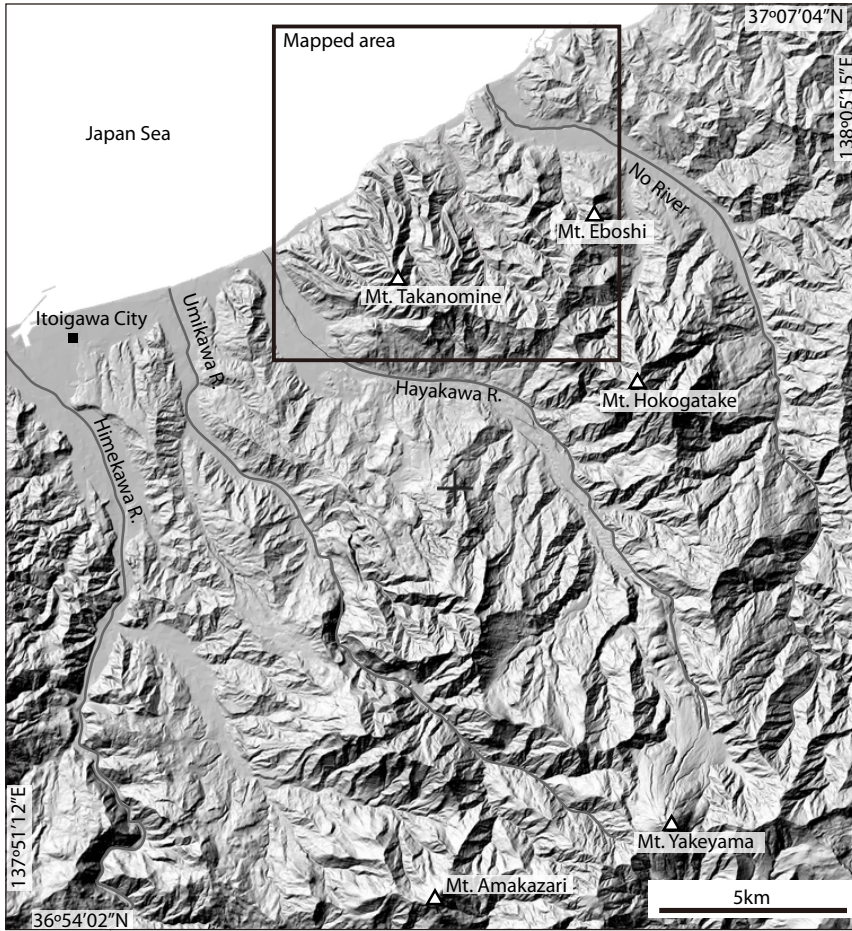
2. 地質概説

糸魚川東部地域は糸魚川–静岡構造線最北部の東側に位置し、北部フォッサ・マグナ地域の北端が日本海に

¹産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Earthquake and Volcanic Geology) 現所属: 気象庁地震火山部 (Japan Meteorological Agency, 1-3-4, Otemachi, Chiyoda, Tokyo, 100-8122)

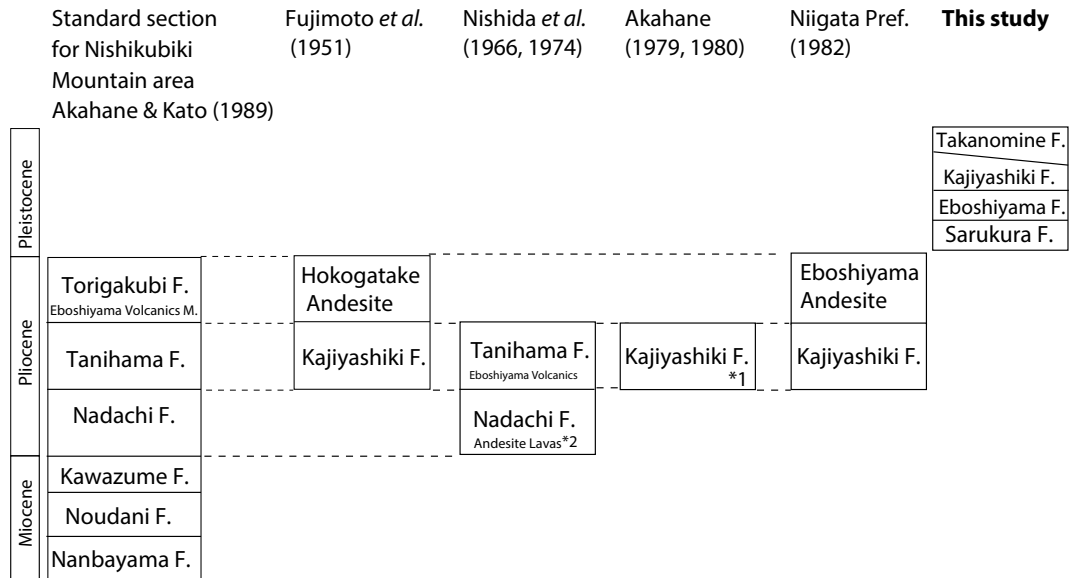
²産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

* Corresponding author: H. Nagamori, Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba 305-8567, Japan. E-mail: nagamori-h@aist.go.jp



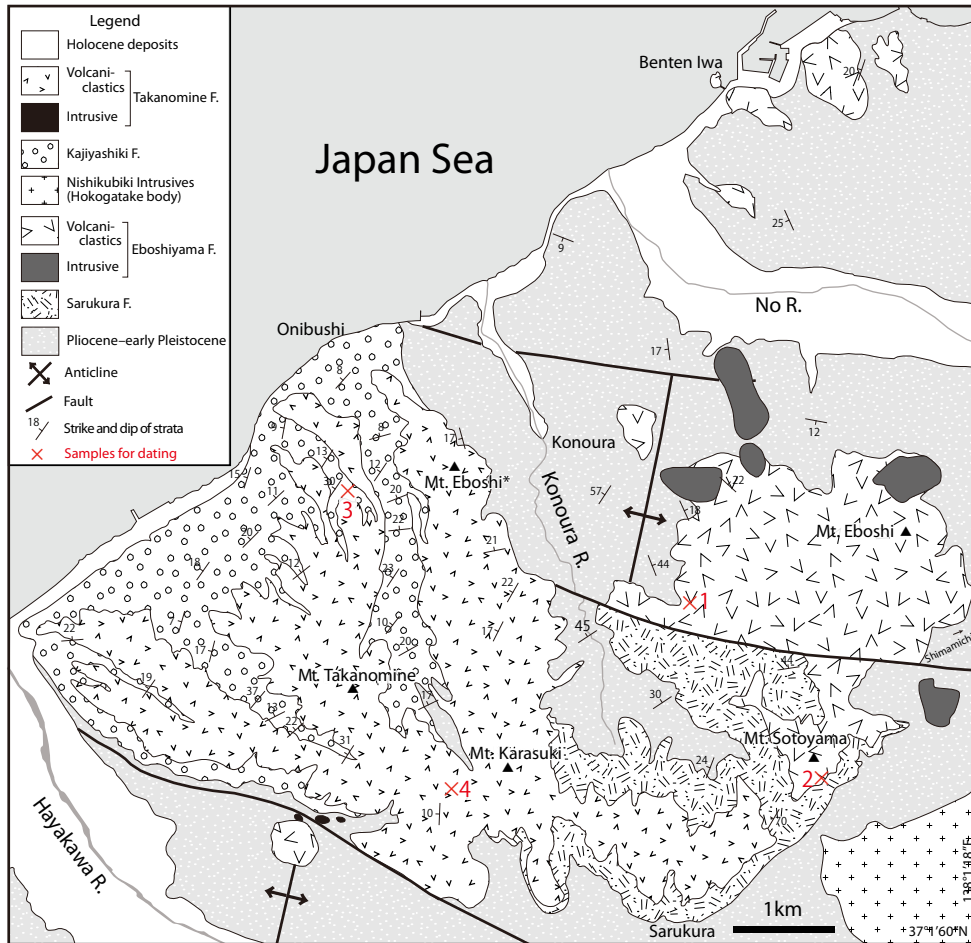
第1図 調査地域の位置図。調査範囲を四角で囲んで示した。基図に国土地理院陰影起伏図を使用。

Fig. 1 Index map of the eastern Itoigawa region. Mapped area is enclosed by bold quadrangle. Urban area of the Itoigawa City is shown as solid square. Shaded relief map is used made by Geospatial Information Authority of Japan.



第2図 糸魚川東部地域における火山岩類の層序比較。能生川及び早川に挟まれ、銚ヶ岳より北西に分布する火山岩類の層序比較。能生川河口域の東も含む。赤羽・加藤(1989)による西頸城山地の標準的層序を基準にして、各報告の層序を配列した。F：層。*1：海川層と同層準と認識。*2：弁天岩の火山砕屑岩。

Fig. 2 Volcano stratigraphy of the eastern Itoigawa region and comparison with standardized stratigraphy of the Nishikubiki Mountain area by Akahane and Kato (1989) and previous remarkable studies. "F." and "M." are abbreviations of formation and member respectively. *1: Equivalent of the Umikawa Formation. *2: volcanoclastic rocks of the Benten Iwa, east of No River mouth.



第3図 糸魚川東部地域の地質図。基盤の鮮新統～下部更新統の地質構造等は、長森ほか(印刷中)に基づく。本図範囲に分布する段丘堆積物は省略した。西頸城半深成岩類の分布は赤羽・加藤(1989)による。

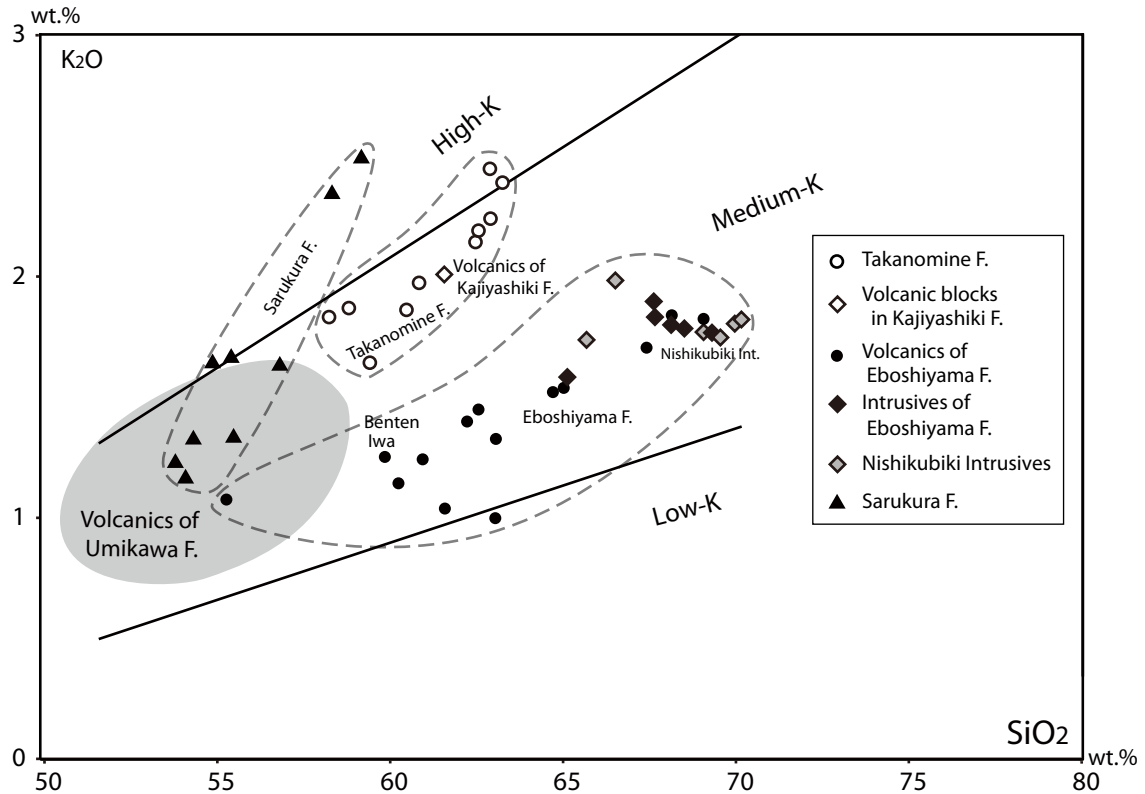
Fig. 3 Geological map of the eastern Itoigawa region. Geological structures of the Pliocene and lower Pleistocene strata are described in Nagamori *et al.* (in press) in detail. Terrace deposits in this map are omitted. Mt. Eboshi : 江星山, Mt. Eboshi* : 烏帽子山

面する場所である。糸魚川東部地域の層序対比図及び地質図を第2図及び3図に示す。対象地域の地質は新第三系鮮新統から下部更新統の堆積岩類、猿倉層(新称)、江星山層、梶屋敷層、高峰層(新称)及び完新統からなる。鮮新統から下部更新統の堆積岩類は下位より根知層(鈴木ほか, 1985)、川詰層(藤本ほか, 1951)、名立層(藤本ほか, 1951)からなる(長森ほか, 印刷中)。根知層は泥岩及び火山碎屑岩、川詰層は砂岩、名立層は泥岩からそれぞれ構成される(赤羽・加藤, 1989;長森ほか, 印刷中)。これらは地質図ではまとめて示した(第3図)。猿倉層は玄武岩質安山岩-安山岩の火山碎屑岩を主体とする地層であり、下位層を不整合で覆う。江星山層(茅原, 1974を再定義)は安山岩-デイサイトの火山碎屑岩及び貫入岩からなる。梶屋敷層(藤本ほか, 1951)は高峰層と一部同時異相の火山碎屑岩、凝灰岩及び泥岩からなる。高峰層は安山岩凝灰岩礫岩及び火山角礫岩からなる。完新統は早川及び能生川沿いの谷底低地堆積物、海岸沿いに分布

する海浜堆積物からなる。

3. 地質各論

糸魚川東部地域の下部更新統以上の火山岩を主体とする層準について、岩相及び岩石学的特徴を述べる。火山岩の岩石学的特徴は偏光顕微鏡観察と全岩化学組成分析に基づく。試料採取地点を第3図及び第A1表に、試料の個別的分析結果を第A1表に示した。全岩化学組成分析に用いた試料は風化・変質箇所及び切断時の鉄刃による擦痕をダイヤモンドプレートで研磨して除去し、脱イオン水で濁りが取れるまで超音波洗浄した。乾燥させた試料を鉄乳鉢で粉碎して、めのう乳鉢で細粉末化した後、電気炉で850℃、2時間加熱して、灼熱減量(L.O.I.)を測定した。試料を10倍の四ホウ酸リチウムで希釈して溶融させ、ガラスビードを、産業技術総合研究所の蛍光X線分析装置PHILIPS PW1404によりSi, Al, Ti, Fe, Mg,



第4図 火山岩の全岩化学組成. 測定主成分10元素の合計を100%に規格化した値のうち、SiO₂及びK₂O(重量%)を凶化. 黒実線はカリウム系列の境界(Gill, 1981)をSiO₂=70%まで拡張. 層序で識別されたグループを破線で囲んでいる. 灰色は海川層火山岩の組成範囲(鈴木ほか, 1985).

Fig. 4 Whole rock chemical compositions of volcanic and intrusive rocks. Normalized SiO₂ versus K₂O concentrations (weight percentage) are plotted for selected juvenile volcanic samples from each formation dealt here. Bold lines show boundaries of K-series by Gill (1981) extended toward SiO₂=70%. Shaded area shows volcanics of the Umikawa Formation (Suzuki *et al.*, 1985).

Mn, Ca, Na, K, Pの10元素を測定した. 元素の定量には地質調査総合センターの地球化学標準試料を用いて作成した検量線を用いた.

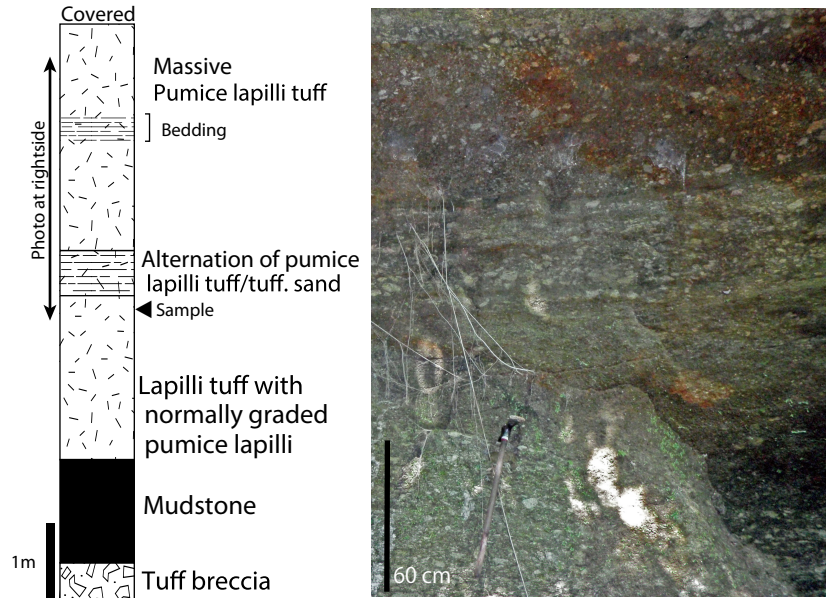
3.1 猿倉層(新称)

早川右岸の猿倉^{そとやま}周辺から外山にかけて、及び木浦川上流部に分布する玄武岩質安山岩-安山岩火山碎屑層を猿倉層と定義する. 猿倉-島道^{このうら}間の林道沿いを模式地に設定する. 下位の根知層を不整合で覆う. 本層は暗灰色で緻密な玄武岩質安山岩-安山岩の火山礫及び火山岩塊を主体とする火山碎屑岩である. 火山礫は角礫-亜角礫からなり、火山岩塊は放射状節理及びジグソーフィットする破砕面を持つ岩塊を含み、水中での堆積を示唆する. 稀に直径1 m以上の円磨度の高い岩塊を含む. また、泥岩の偽礫を局所的に多く含む. 層厚は猿倉から島道に抜ける峠沿いで約100 m, 木浦川上流で約150 m. 本質火山岩塊は斑晶として斜長石, 斜方輝石, 単斜輝石, 鉄鋳を含む. 全岩化学組成では中-高カリウム系列の玄武岩質安山岩及び安山岩である(第4図). 本層は茅原(1974)

の江星山火山岩層, 赤羽・加藤(1989)の鳥ヶ首層江星山火山岩部層のそれぞれ下部に相当する.

3.2 江星山層

本層は茅原(1974)によって命名され、赤羽・加藤(1989)により詳細が記載された. 本層の模式地は能生川左岸の江星山である(赤羽・加藤, 1989). しかし、本層の明確な定義はこれまででない. 本論では江星山周辺に分布する安山岩-デイサイトを主体とする火山碎屑岩及び貫入岩を江星山層として定義する. 本層は、茅原(1974)、西田ほか(1974)の谷浜層江星山火山岩層及び赤羽・加藤(1989)の鳥ヶ首層江星山火山岩部層の上部に相当する. 南西側の木浦川の支流にかけて分布し、木浦川支流の上流で根知層を不整合で覆う. 能生川河口東方の弁天岩及びその周辺に隔離して小規模に分布する. 層厚は江星山周辺で約300 m, 木浦川支流では約150 m. 本層は帯緑灰色の斜方輝石普通角閃石安山岩-デイサイトの火山礫~火山岩塊を主体とする火山角礫岩及び凝灰角礫岩からなる. 能生川河口の東方の弁天岩には水中堆積を示す



第5図 大谷川凝灰岩の産状. 大谷川の露頭(第3図の地点3)における柱状図と上半部の写真. 魚沼ハンマーの柄(60 cm)の付近から年代測定試料(3)を採取した. tuff.: tuffaceous.

Fig. 5 Exposure of the Otanigawa Tuff. Vertical section and photo of the Otanigawa Tuff. Dating sample (3) was taken beneath the pick (60 cm long). tuff.: tuffaceous.

破碎組織の発達した単斜輝石斜方輝石安山岩-玄武岩質安山岩の火山角礫岩-凝灰角礫岩が露出する. 異なる色調を示す類質の安山岩火山礫を普遍的に含むが, 多くは本質岩塊で, 急冷縁やジグソーフィットする破断面を持つ. 貫入岩は火山碎屑岩の分布域東側に岩株状岩体として分布する. 斑晶は斜長石, 普通角閃石, 鉄鉱からなり, わずかに斜方輝石を含む. 石基は細粒珪長岩組織を示す. 全岩化学組成は火山碎屑岩と貫入岩共に, ほぼ中カリウム系列の低カリウム側に組成範囲にある(第4図).

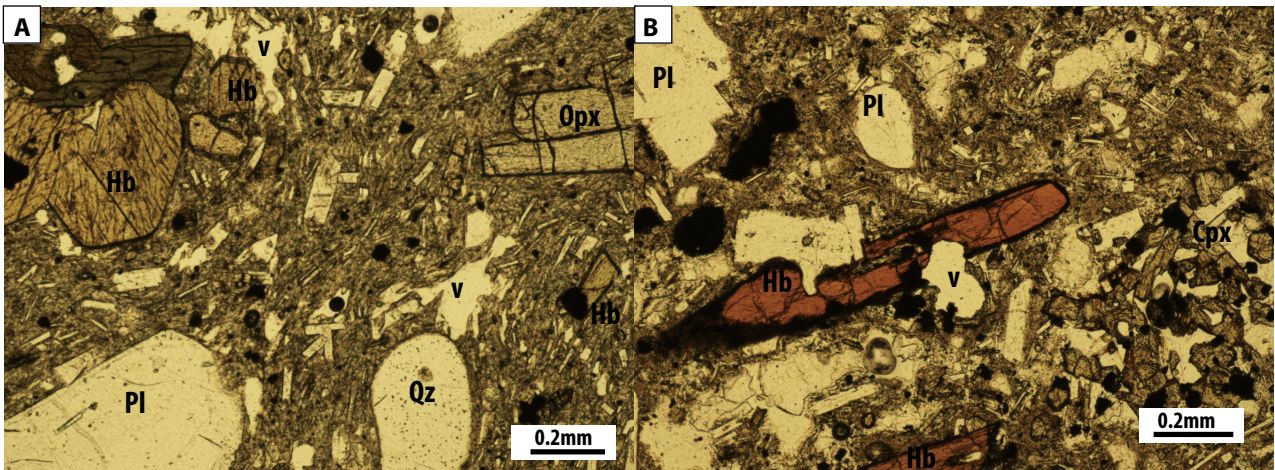
3.3 梶屋敷層

本層は, 藤本ほか(1951)が糸魚川市梶屋敷付近を模式地として, 高峰の北麓から梶屋敷にかけて分布する礫岩及び砂岩層として定義された. 下位の根知層及び名立層を不整合で覆う. 本層は猿倉層及び江星山層よりも上位の層準に位置するが, 両層と接しない. 層厚は約400 mで, 日本海から高峰に向かって粗粒化・厚層化する. 安山岩円礫を主体とする火山碎屑岩からなり, 砂岩層や泥岩層を伴う. チャートなどの中・古生界由来と推定される円礫を少量含む. 安山岩の火山礫-火山岩塊は色調, 円磨度, 発泡度の異なるものが混在しており, 火山灰基質支持であることから土石流堆積物と判断できる. 本層中の安山岩は単斜輝石斜方輝石安山岩で, 中-高カリウム系列の組成領域にある(第4図). 本層の下部に挟在するテフラとして, 大谷川凝灰岩及び古川凝灰岩が報告されて

いる(村松, 1989a, b). 模式地^{おたに}の大谷川の露頭では層厚6 m以上の軽石火山礫凝灰岩である(第5図). 軽石火山礫は最大径15 cm, 石質岩片は1 cm以下である. 軽石は層理面方向にやや扁平化しており, 円磨度の高い軽石を含む. 凝灰質砂岩薄層を時折はさみ, 一部不明瞭な層理が認められる.

3.4 高峰層(新称)

^{たかのみね} 高峰及び^{からすきやま} 犁山付近を模式地として, 高峰周辺の山稜の上部を構成する火山碎屑岩として定義する. なお, 五十嵐ほか(2012)によって“高峰火山噴出物”という名称の地層が報告されているが, 地質図や定義などの詳細は公表されていない. 本層は犁山より東側で猿倉層を不整合で覆う. 犁山より西では根知層を不整合で覆い, 梶屋敷層とは指交関係(一部同時異相)にある. 本層の基底は, 犁山付近で最も高く, 東西及び北に向かって高度を下げる. 層厚は犁山付近で350 m, 高峰付近で200 mである. 本層は暗灰色の単斜輝石斜方輝石安山岩火山礫-火山岩塊を主体とする凝灰角礫岩及び火山角礫岩からなる. 低発泡の褐白色-褐灰色軽石火山礫を部分的に多く含むことがある. 高峰層の本質岩塊は玄武岩質安山岩-安山岩で, 中カリウム系列の高カリウム側から高カリウム系列にまたがる組成範囲を示す(第4図).



第6図 江星山層の本質火山岩塊の偏光顕微鏡写真。A：試料1. 木浦川支流(37°03'48" N, 137°59'21" E). 単ポーラー。B：試料2. 外山東面の滑落崖上部(37°02'52"N, 138°00'16"E). 単ポーラー。Pl：斜長石, Hb：普通角閃石, Opx：斜方輝石, Cpx：単斜輝石, Qz：石英, v：気泡。

Fig. 6 Microscopic images of juvenile blocks from Eboshiyama Formation. A: Plane polarized image of the sample 1 taken from the branch stream of the Konoura River (37°03'48" N, 137°59'21" E). B: Plane polarized image of the sample 2 taken from the eastern scarp of the Sotoyama (37°02'52"N, 138°00'16"E). Phenocrysts are noticed with abbreviations as Pl: plagioclase, Hb: hornblende, Opx: orthopyroxene, Cpx: clinopyroxene, Qz: quartz, v: vesicle.

4. 年代測定

江星山層, 梶屋敷層及び高峰層について年代測定を実施した。江星山層及び高峰層は本質火山岩塊から分離抽出した石基を対象としたK-Ar法(長尾ほか, 1984)による年代測定を株式会社蒜山地質年代学研究所に依頼して実施した。梶屋敷層に挟まれる大谷川凝灰岩についてはジルコン粒子の結晶外部面を対象とした, フィッション・トラック法(檀原, 1999)による年代測定を株式会社京都フィッション・トラックに依頼して実施した。測定対象試料の岩石記載及び年代測定の結果を下に述べる。各試料の採取位置は第3図に示した。

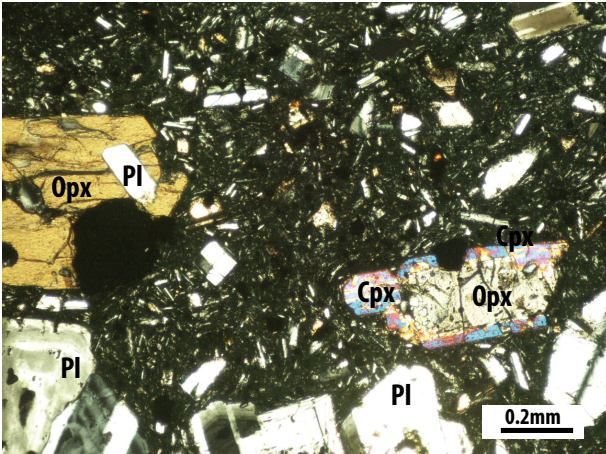
試料1 (江星山層)：安山岩の火山角礫岩中に含まれる本質火山岩塊(第6図A)。斑晶として斜長石(最大長径2 mm, 以下同じ), 普通角閃石(1 mm), 斜方輝石(1 mm), 鉄鉱(0.3 mm)を普遍的に含み, 石英(0.7 mm)を少量含む。石基はハイアロピリティック組織を示し, 新鮮なガラス, 不定形の気泡を含む。

試料2 (江星山層)：安山岩火山角礫岩中の本質火山岩塊。斑晶に斜長石(最大長径2 mm, 以下同じ), 普通角閃石(2 mm), 斜方輝石(0.5 mm), 鉄鉱(0.2 mm)を普遍的に含み, 単斜輝石(0.4 mm)を少量含む(第6図B)。石基はハイアロピリティック組織を示し, 新鮮なガラス, 不定形の気泡を含む。

試料3 (大谷川凝灰岩)：大谷川の模式地に露出する軽石火山礫凝灰岩の無層理塊状部分(第5図)。軽石火山礫と同質な火山灰基質からなり, 異質岩片をほとんど含まない。本質軽石火山礫は白色～淡褐色半透明のスポンジ状ガラス粒子を主体として, 10~20%程度の斑晶鉱物を含む。斑晶は多い順に斜長石, 斜方輝石, 普通角閃石, 鉄鉱物, 単斜輝石で, いずれも最大長径4 mm以下である。

試料4 (高峰層)：弱固結した凝灰角礫岩中の安山岩本質火山岩塊。斑晶は斜長石(最大長径1.5 mm, 以下同じ), 半自形の斜方輝石(2 mm), 単斜輝石(1 mm), 鉄鉱(0.4 mm)を含む。斜方輝石の外縁に平行連晶する単斜輝石が多く見られる(第7図)。石基はハイアロオフィティック組織を呈し, 新鮮なガラスを含む。

年代測定の結果：江星山層からは 1.29 ± 0.10 Ma, 1.24 ± 0.09 Ma, 高峰層から 0.65 ± 0.03 MaのK-Ar年代が得られた(第1表)。いずれの試料も対象とする石基の風化や変質はわずかであり, 大気混入率が最大で81%であることから, 大気混入率が年代値に大きく影響しない基準(90%以下; 八木, 2015)を満たしている。大谷川凝灰岩からは 1.03 ± 0.16 Maのフィッション・トラック年代が得られた(第2表)。測定したジルコン結晶は均質な淡赤桃色の自形結晶が主体であり, 均質なマグマだまりからの噴出冷却年代を示すと解釈できる。



第7図 高峰層の本質火山岩塊の偏光顕微鏡写真。試料4. 御溝川上流(37°02'42" N, 137°57'56" E). 直交ポーラー。斑晶: Pl: 斜長石, Opx: 斜方輝石, Cpx: 単斜輝石。

Fig. 7 Crossed polar image of the sample 4 from the Takanomine Formation. Sample 4 of the juvenile andesite volcanic block taken from the Omizo River (37°02'42" N, 137°57'56" E). Abbreviated notes for phenocrysts are Pl: plagioclase, Opx: orthopyroxene, Cpx: clinopyroxene.

第1表 K-Ar年代測定結果
Table 1 Ages of the K-Ar dating

Sample	Material (mesh)	K contents (wt.%)	Radioactive ⁴⁰ Ar (10 ⁸ cc STP/g)	K-Ar date (Ma)	Non radioactive (%)
1	groundmass (#60-80)	1.537 ± 0.031	7.72 ± 0.57	1.29 ± 0.10	81.3
2	groundmass (#60-80)	1.524 ± 0.030	7.34 ± 0.50	1.24 ± 0.09	80.0
4	groundmass (#60-80)	1.844 ± 0.037	4.64 ± 0.18	0.65 ± 0.03	65.3

第2表 フィッション・トラック年代測定結果
Table 2 Ages of the fission-track dating

Formation	Rock type	Locality	Locality in Fig.3	Number of zircon crystal in sample per kg	Method	Number of measured zircon	Spontaneous-track density		Induced-track density		U standard count		Corr. coe -fficient r	χ ² test Pr(χ ²) (%)	U (ppm)	Fission-Track age Age±1σ(Ma)
							ρ _s (cm ⁻²)	N _s	ρ _u (cm ⁻²)	N _u	ρ _u Std (×10 ⁴ cm ⁻²)	N _{usd}				
Kaji-yashiki	Pumice lapilli tuff	Konoura River	3	800/0.30	ED2 (External surface)	30	3.63×10 ⁴	45	2.12×10 ⁸	262668	1538	754	0.462	15	130	1.03±0.16

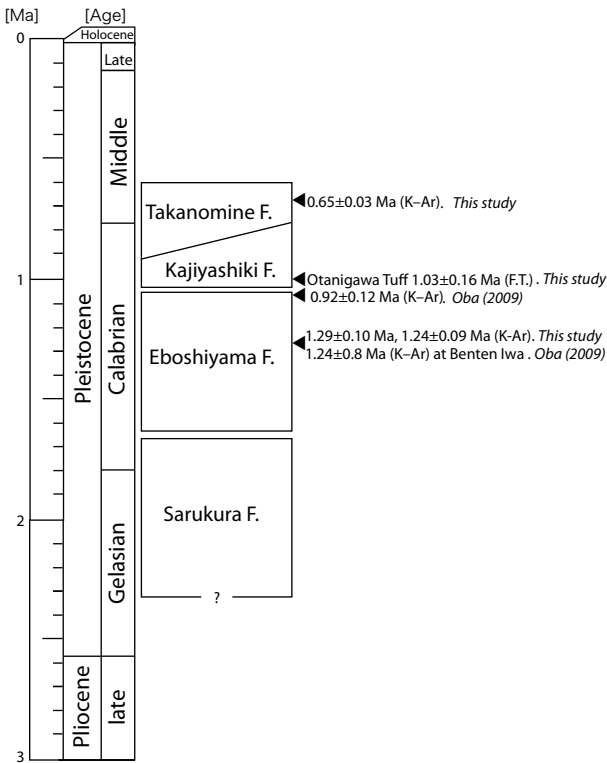
• Laboratory: Kyoto Fission-Track Co.ltd.
• Pr(χ²): Probability of obtaining the χ² value for v degrees of freedom (v=number of crystals-1)
• r: Correlation coefficient between ρ_s and ρ_u

5. 考察

5.1 化学組成に基づく各層の特徴

本地域の火山岩を主体とする猿倉層, 江星山層, 梶屋敷層及び高峰層は岩石学的特徴及び全岩化学組成から互いに異なる特徴を持つことが判明した(第4図)。猿倉層は中-高カリウム系列の玄武岩質安山岩及び安山岩であり, 層序的に上位にある江星山層及び高峰層とは異なる組成範囲にある。江星山層は火山砕屑岩と貫入岩共に, ほぼ中カリウム系列の低カリウム側の組成範囲にあり, デイサイト主体であるが, 玄武岩質安山岩まで連続的な組成範囲を持つ(第4図)。本地域の南東側にある

にしくびき西頸城半深成岩類(茅原, 1974; 赤羽, 1975)のほこがたけ鉾ヶ岳岩体はデイサイト組成で, 江星山層のデイサイト火山岩及び貫入岩と重複した組成範囲を示す。梶屋敷層中の安山岩円礫は全岩化学組成から高峰層と同じ組成範囲にあり(第4図), 梶屋敷層の堆積時期には, すでに高峰層の火山活動が始まっていたことを示唆する。全体として, 本地域における火山岩類の全岩化学組成は層準ごとに互いに区別される組成領域を示すが, 苦鉄質側の組成は中カリウム系列に収束するように見える。珪長質側の組成は層準毎に変化しており, マグマ系が時間を経て更新されていたことを示すが, 詳細な検討は今後の課題である。



第8図 糸魚川東部地域の層序総括図。

Fig. 8 Stratigraphy chart of this area compared with ages determined by fission-track and K-Ar datings.

5.2 年代値及び各層の年代論

本研究による糸魚川東部地域の層序と年代を第8図にまとめる。

江星山層では異なる地点の試料から 1.29 ± 0.10 Ma, 1.24 ± 0.09 Maの2つの年代が得られ、両者は誤差の範囲で一致する。大場(2009)は 0.92 ± 0.12 MaのK-Ar年代を本層から報告している。大場(2009)の試料採取地点が不明であるため厳密な検討は出来ないが、江星山層を形成した火山活動の期間は少なくとも30万年以上である可能性を示唆する。

能生川河口の東に位置する弁天岩付近の火山岩類は、藤本ほか(1951)、赤羽・加藤(1989)により、鮮新統の川詰層に含まれていた。その後、大場(2006)により 1.24 ± 0.8 MaのK-Ar年代が報告され、下部更新統であることが明らかになったものの、層序的な位置づけが不明確であった。本報告では弁天岩付近の火山岩類の岩石学的特徴が一致し(第4図)、なおかつ年代値が近いことから、江星山層に含めた。

ところで、江星山層の分布域の南東側には、鉾ヶ岳を中心とする西頸城半深成岩類が分布している。鉾ヶ岳の岩体からは、 1.35 ± 0.21 Ma, 1.2 ± 0.4 Maの全岩K-Ar年代が報告されており(大場, 2009)、江星山層の

K-Ar年代と重複する。江星山層は、全岩化学組成でも重複した組成範囲を持つことから(第4図)、両者は起源を同じくする火成活動で形成された可能性がある。茅原ほか(1984)は地質学的見地から、一連の火成活動による貫入岩と火山岩が近接して露出するものを「hypabyssal-extrusive association」と呼び、西頸城山地における鉾ヶ岳や雨飾山がその実例であると考えた。本研究では鉾ヶ岳付近の貫入岩体と江星山層について茅原ほか(1984)を支持する結果が得られた。一方、茅原ほか(1984)によって一連のものとされた雨飾山の貫入岩体と隣接して分布する海川層の火山岩類は、年代と岩石学的性質から、異なる火成活動によるものであることが分かっている(長森ほか, 2010)。成因的關係を持つ噴出岩と深成岩が近接して露出する例として、飛驒山脈の滝谷花崗閃緑岩と穂高安山岩(Harayama, 1992)がある。Harayama(1992)は飛驒山脈の急激な隆起が深成岩の露出する原因としており、北部フォッサ・マグナ地域においても隆起との関連を検討する必要がある。

梶屋敷層に挟まれるテフラのフィッシュン・トラック年代として、大谷川凝灰岩の 1.76 ± 0.19 Maと古川凝灰岩の 1.42 ± 0.14 Maが報告されている(村松, 1989a, b)。これらの値はフィッシュン・トラック年代測定の標準化勧告(Hurford, 1990)以前に測定されたものであり、信頼性が乏しい。そこで今回、露頭が確認できた大谷川凝灰岩中に含まれるジルコンのフィッシュン・トラック年代を測定し、 1.03 ± 0.16 Maの値が得られた(第5図)。上位の高峰層から 0.65 ± 0.03 MaのK-Ar年代が得られており、大谷川凝灰岩の年代値は、層序関係と矛盾しない。年代値から本層の堆積した時代は前期更新世の後半と考えられる。これまで梶屋敷層は、西田ほか(1974)などで鮮新統の谷浜層として扱われてきた(第2図)が、より上位の層準に位置することが明らかになった。

高峰層からは 0.65 ± 0.03 MaのK-Ar年代が得られ、本層下位の梶屋敷層中に挟在する大谷川凝灰岩のフィッシュン・トラック年代が 1.03 ± 0.16 Maであること、梶屋敷層中の火山岩礫が本層の火山噴出物と岩石学的特徴が同じであること(第4図)から、高峰層下部は梶屋敷層と一部指交関係にあり、1 Ma以前に火山活動を開始していた可能性が高い。活動の後期には火山体の成長に伴い、裾野が北側に広がり、梶屋敷層を直接覆ったものと解釈できる。

謝辞：岩石薄片は、地質標本館の大和田 朗、佐藤卓見、福田和幸、平林恵理の各氏に作製していただいた。査読者及び編集担当者には有益なコメントをいただいた。ここに謝意を表する。

文 献

- 赤羽貞幸(1975) 新潟県上越市西部山地における新第三系の層序と地質構造. 地質雑, **81**, 737-754.
- 赤羽貞幸・加藤碩一(1989) 高田西部地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 89p.
- 茅原一也(1974) 新潟地区の火山層序について. 地質調査所報告, no. 250-1, 183-234.
- 茅原一也・周藤賢治・北脇裕士・鈴木雅彦(1984) 難波山堆積・構造区における火成活動, 特に Hypabyssal-extrusive association について. 地質学論集, no. 24, 31-44.
- 檀原 徹(1999) フィッション・トラック法. 松浦・上杉・藁科編「考古学と年代測定学・地球科学」, 44-55, 同成社.
- 藤本信治・藤田和夫・駒谷郁夫・森下 晶・澤井 清・隅田 實(1951) 新潟県西頸城郡下の新生代層について. 地学, no. 3, 23-30.
- Gill, J. B. (1981) *Orogenic andesites and plate tectonics*. Springer-Verlag, Berlin, 391p.
- Harayama, S. (1992) Youngest exposed granitoid pluton on Earth: Cooling and rapid uplift of the Pliocene-Quaternary Takidani Granodiorite in the Japan Alps, central Japan. *Geology*, **20**, 657-660.
- 原山 智・滝沢文教・加藤碩一・駒沢正夫・広島俊男(1996) 20万の1地質図幅「富山」. 地質調査所.
- 早津賢二・河内晋平(1997) 妙高火山群とその周辺の火山岩のK-Ar年代. 信州大教育紀要, no. 92, 117-128.
- Hurford, A. J. (1990) Standardization of fission track dating calibration: Recommendation by the fission track working group the I.U.G.S. subcommission on geochronology. *Chem. Geol.*, **80**, 171-178.
- 五十嵐 聡・竹之内 耕・江星山火山岩団体研究グループ(2012) 糸魚川東方, “江星山火山岩類”の層序・年代・岩石. 地学団体研究会第66回総会講演要旨集・巡検案内書, 77.
- 村松敏雄(1989a) 新潟県上越～西頸城地域の新第三系～第四系のフィッション・トラック年代. 日本地質学会第96年学術大会講演要旨, 228.
- 村松敏雄(1989b) 上越地域の第三系～第四系のフィッション・トラック年代. 新潟県地学教育研究会誌, no. 23, 52-55.
- 長森英明・竹内 誠・古川竜太・中澤 努・中野 俊(2010) 小滝地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 134p.
- 長森英明・古川竜太・竹内 誠・中澤 努(印刷中) 糸魚川地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 産総研地質調査総合センター.
- 長尾敬介・西戸裕嗣・板谷徹丸・緒方惟一(1984) K-Ar法による年代測定. 岡山理科大学蒜山研究所研究報告, no. 9, 19-38.
- 西田彰一・津田禾粒・市村隆三(1966) フォッサマグナ最北部の新第三系—いわゆる難波山層に関する研究(その1) —. 新潟大学理学部地質鉱物学教室研究報告, no. 1, 1-14.
- 西田彰一・津田禾粒・市村隆三(1974) フォッサマグナ最北部の新第三系(その1) —いわゆる難波山層に関する研究—. 地質調査所報告, no. 250-1, 155-168.
- 大場孝信(2006) 北部フォッサマグナ, 新潟県銚ヶ岳の火山岩類のK-Ar年代と岩石化学(O-205)(演旨). 日本地質学会第113年学術大会講演要旨, O-205, 145.
- 大場孝信(2009) 北部フォッサ・マグナに位置する銚ヶ岳半深成岩と江星山火山岩類のK-Ar年代と岩石化学的研究. 日本鉱物科学会2009年年会講演要旨集, 75.
- 蘭部龍一(1936) 7万5千分の1地質図幅「糸魚川」. 地質調査所, 31p.
- 鈴木雅彦・北脇裕士・周藤賢治・茅原一也(1985) フォッサマグナ西北部の海川火山岩類, 海川貫入岩類および雨飾山貫入岩類. 新潟大学理学部地質鉱物学教室研究報告, **5**, 49-77.
- 八木公史(2015) 蒜山地質年代学研究所におけるK-Ar年代測定の業務を振り返る. 地質技術, no. 5, 165-170.
- 山本佳明・加々美寛雄・長尾敬介・藤林紀枝(1998) 海川火山岩類中のハンレイ岩類包有物の成因. 日本地質学会第105年学術大会講演要旨, 162.

(受 付 : 2017年10月19日 ; 受 理 : 2018年4月16日)

【付表】

第A1表 火山岩類の全岩化学組成及び試料採取地点.

Table A1 List of analyzed samples with whole rock element compositions and localities.

Formation	Saru-kura	Saru-kura	Saru-kura	Saru-kura	Saru-kura	Saru-kura	Saru-kura	Saru-kura	Saru-kura	Kaji-yashiki	Kaji-yashiki	Kaji-yashiki	Kaji-yashiki	Kaji-yashiki	Kaji-yashiki
Sample ID	ITG11	ITG302	ITG303	ITG304	ITG355	ITG357	ITG359	ITG361	ITG306	ITG309	ITG317	ITG379	ITG9	ITG26WH	ITG26DE
Northing	37°03'00"	37°02'28"	37°02'31"	37°02'10"	37°02'25"	37°02'55"	37°02'34"	37°03'01"	37°03'41"	37°03'09"	37°04'05"	37°04'19"	37°04'52"	37°04'36"	37°04'36"
Easting	138°00'35"	137°58'38"	137°58'34"	137°59'16"	137°59'47"	137°59'47"	138°00'07"	138°00'37"	137°56'03"	137°56'42"	137°57'06"	137°57'01"	137°59'39"	137°57'13"	137°57'13"
SiO ₂ (wt.%)	53.65	56.03	57.40	54.09	54.49	54.61	53.54	53.24	60.96	58.36	61.78	62.45	68.43	62.43	60.43
TiO ₂	0.91	0.59	0.76	0.71	0.62	0.62	0.79	0.89	0.62	0.70	0.56	0.52	0.39	0.58	0.63
Al ₂ O ₃	18.26	18.15	18.07	18.90	19.05	18.35	18.27	19.15	17.23	17.53	16.40	16.55	16.49	16.77	17.36
Fe ₂ O ₃	9.81	8.33	8.20	7.66	7.83	7.73	9.47	9.39	6.79	7.31	6.46	5.91	4.65	6.93	7.49
MnO	0.17	0.15	0.10	0.17	0.15	0.12	0.17	0.16	0.14	0.13	0.15	0.14	0.10	0.13	0.15
MgO	4.30	3.68	2.28	3.45	4.25	4.57	4.09	3.68	2.73	2.87	2.46	2.21	1.01	2.63	2.98
CaO	9.21	8.10	7.15	9.98	8.68	8.82	8.98	9.04	5.94	6.98	6.23	5.97	4.06	6.04	6.76
Na ₂ O	2.50	2.55	2.78	2.52	2.36	2.58	2.73	2.86	3.13	2.80	3.05	3.01	3.81	2.79	2.78
K ₂ O	1.16	1.62	2.31	1.62	1.32	1.65	1.31	1.22	1.99	2.45	2.17	2.37	1.82	2.14	1.86
P ₂ O ₅	0.21	0.28	0.25	0.24	0.30	0.26	0.18	0.23	0.14	0.19	0.18	0.18	0.17	0.19	0.19
total	100.19	99.47	99.30	99.33	99.03	99.30	99.52	99.84	99.68	99.31	99.44	99.30	100.92	100.63	100.62
L.O.I (wt.%)	0.63	1.30	2.04	2.01	1.90	1.01	0.42	0.59	1.83	1.25	1.78	1.41	1.96	1.07	0.85
Formation	Takano-mine	Takano-mine	Takano-mine	Takano-mine	Takano-mine	Takano-mine	Takano-mine	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama
Sample ID	ITG35	ITG312	ITG324	ITG326	ITG370	ITG370-2	ITG384	ITG14-2R	ITG16R	ITG18R	ITG20	ITG22	ITG23R	ITG319	ITG337
Northing	37°03'36"	37°02'55"	37°02'48"	37°02'42"	37°02'39"	37°02'39"	37°02'37"	37°04'32"	37°04'16"	37°04'26"	37°04'46"	37°04'50"	37°05'01"	37°06'34"	37°03'48"
Easting	137°55'17"	137°57'23"	137°57'47"	137°57'56"	137°56'54"	137°56'54"	137°58'16"	137°59'40"	137°59'38"	137°59'29"	137°59'02"	137°59'08"	137°59'38"	137°59'34"	137°59'21"
SiO ₂ (wt.%)	60.89	62.61	57.69	62.34	57.57	55.58	58.51	67.86	60.42	67.06	60.84	57.16	66.96	59.08	61.50
TiO ₂	0.63	0.51	0.74	0.59	0.72	0.69	0.63	0.37	0.56	0.37	0.71	0.64	0.38	0.59	0.49
Al ₂ O ₃	17.02	17.15	17.56	16.27	20.34	19.22	17.64	17.08	19.78	16.94	17.78	18.29	16.51	18.14	17.18
Fe ₂ O ₃	7.21	5.90	7.98	6.55	4.07	5.65	7.59	2.93	6.73	4.36	6.91	7.24	4.39	6.11	6.18
MnO	0.15	0.13	0.15	0.13	0.04	0.05	0.16	0.07	0.16	0.16	0.14	0.16	0.09	0.15	0.15
MgO	3.16	2.12	3.49	2.58	1.86	2.08	3.20	0.26	2.50	0.63	2.45	4.33	0.95	3.17	2.25
CaO	6.75	6.06	7.48	5.70	8.44	9.40	6.95	4.82	4.20	3.63	6.77	8.58	4.08	7.46	5.99
Na ₂ O	2.87	3.28	2.82	3.09	3.21	2.97	2.75	4.20	3.24	3.74	3.42	2.74	4.07	3.08	3.63
K ₂ O	1.98	2.23	1.82	2.43	1.83	1.71	1.63	1.85	1.02	1.81	1.25	0.62	1.82	1.24	1.43
P ₂ O ₅	0.18	0.18	0.18	0.17	0.26	0.26	0.19	0.19	0.23	0.18	0.21	0.28	0.16	0.26	0.20
total	100.83	100.16	99.91	99.85	98.34	97.60	99.26	99.63	98.83	98.87	100.48	100.03	99.40	99.29	98.99
L.O.I (wt.%)	0.16	1.77	0.84	1.11	2.19	2.77	1.42	0.26	4.95	2.03	1.47	4.42	1.97	1.93	1.18
Formation	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Eboshi-yama	Nishi-kubiki	Nishi-kubiki	Nishi-kubiki	Nishi-kubiki	Nishi-kubiki	Nishi-kubiki
Sample ID	ITG349	ITG352	ITG360	ITG360-2	ITG362	ITG363	ITG364	ITG-n35	KTK9	ITG318	ITG329	ITG382	ITG382-2	ITG383	ITG383-2
Northing	37°03'04"	37°04'18"	37°02'52"	37°02'52"	37°03'25"	37°04'24"	37°03'41"	37°05'57"	37°02'31"	37°02'18"	37°01'00"	37°02'08"	37°02'08"	37°01'45"	37°01'45"
Easting	137°59'31"	138°00'08"	138°00'16"	138°00'16"	138°01'01"	138°00'45"	138°01'10"	137°59'45"	137°56'46"	138°00'07"	138°01'13"	138°02'39"	138°02'39"	138°03'03"	138°03'03"
SiO ₂ (wt.%)	66.36	63.68	61.68	62.14	66.73	64.48	64.19	53.97	58.86	66.06	64.88	68.37	69.30	68.66	69.44
TiO ₂	0.35	0.46	0.56	0.55	0.37	0.47	0.44	0.90	0.57	0.52	0.47	0.26	0.27	0.27	0.27
Al ₂ O ₃	16.16	16.92	16.94	17.15	15.99	16.69	16.87	20.25	17.77	16.17	15.96	16.00	15.67	15.83	15.57
Fe ₂ O ₃	4.39	5.22	6.43	6.02	4.57	5.52	5.02	6.36	5.78	5.42	5.44	3.56	3.28	3.55	3.33
MnO	0.06	0.09	0.15	0.11	0.16	0.09	0.09	0.13	0.12	0.13	0.13	0.11	0.11	0.11	0.11
MgO	1.31	1.67	2.59	1.90	1.04	1.67	1.61	2.67	3.71	1.89	2.01	0.76	0.78	0.76	0.77
CaO	4.34	5.36	6.11	6.19	4.02	4.96	5.22	10.34	7.17	4.02	4.94	3.81	3.63	3.79	3.62
Na ₂ O	4.07	3.86	3.72	3.61	4.23	3.94	4.04	2.79	2.79	3.48	3.50	4.31	4.36	4.31	4.31
K ₂ O	1.68	1.51	1.39	1.31	1.88	1.57	1.53	1.10	1.19	1.97	1.72	1.75	1.80	1.73	1.81
P ₂ O ₅	0.17	0.19	0.19	0.19	0.17	0.22	0.18	0.24	0.21	0.18	0.20	0.13	0.13	0.14	0.13
total	98.90	98.94	99.76	99.17	99.16	99.61	99.17	98.74	98.18	99.84	99.24	99.05	99.33	99.14	99.36
L.O.I (wt.%)	1.30	1.09	3.98	0.41	1.19	1.65	1.42	1.24	2.88	1.66	2.19	0.70	0.82	0.75	0.75

L.O.I: Loss on ignition