

長野県高社火山の地質—安山岩質小火山の形成と浸食—

富樫茂子* 赤羽貞幸**

TOGASHI, Shigeko and AKAHANE, Sadayuki (1991) Formation and erosion of a small andesitic volcano, Kousha Volcano, Nagano, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 42 (8), p. 409-420, 8 fig., 1 tab.

Abstract: Kousha Volcano is one of the smallest andesitic volcanoes in central Japan, and erupted at 0.3-0.2 Ma. The major constituents of the summit area are lavas, while those of the foot areas are block-and-ash flows, pumice falls, pumice flows, parasitic lava domes and volcanic fan deposits. A neck, dykes and knife ridge are exposed in the summit area as a result of erosion, while the original surface of pyroclastic deposits are preserved on the foot areas. The block-and-ash flow occurred relating with the collapse of lava domes. The typical volcanic fan deposits developed by a supply of the materials from the loose block-and-ash flow deposits. The rocks of Kousha Volcano are pyroxene andesite and hornblende andesite with SiO₂ content from 58 to 62 weight percent. The level of K₂O content for this volcano is lower than that for the other Plio-Pleistocene volcanoes in the surrounding area.

要 旨

高社火山は信越高原地域の北部の火山群に属し、妙高火山の東側に位置する安山岩質の小火山である。高社火山は、活動年代が約20-30万年前の短寿命の火山であることが報告されていた。新しい火山活動の噴出物にほとんど覆われなかったため、火山の原地形面、浸食谷、火山麓扇状地が明瞭に認められる。

高社火山初期の活動は輝石安山岩の溶岩流を主とし、傾斜の急な山体の中央部を形成した。活動の後期では、輝石安山岩質溶岩円頂丘の形成とその破壊により、発泡が悪く薄い石質火砕流の活動がくりかえし行われ、傾斜が15-20°の山麓を形成した。活動の末期には、南東麓で普通角閃石を含むデイサイト質の軽石を噴出し、溶岩円頂丘を生じた。これら噴出物の上には、厚いテフラ層が重なる。

高社火山は、表層にルーズな石質火砕流が堆積したため、山体の西部において発達した沢により、容易に山体上部の浸食が進み、土石流が繰り返して生じた。山体の上部では、浸食谷の接合によるナイフリッジが形成され、山頂部は原地形が失われた。一方、山麓は、石質火砕流による原地形面の残存する部分と、火山麓扇状地により構成される。

火山麓扇状地堆積物は、層相の変化が著しく、末端部では、相対的に分級が良くなり、砂質の薄層を挟み、成層構造の発達が著しく、所によりインプリケーションが認められる。火山麓扇状地堆積物の表層には土壌が発達しており、現在では主な扇状地の形成は終了している。

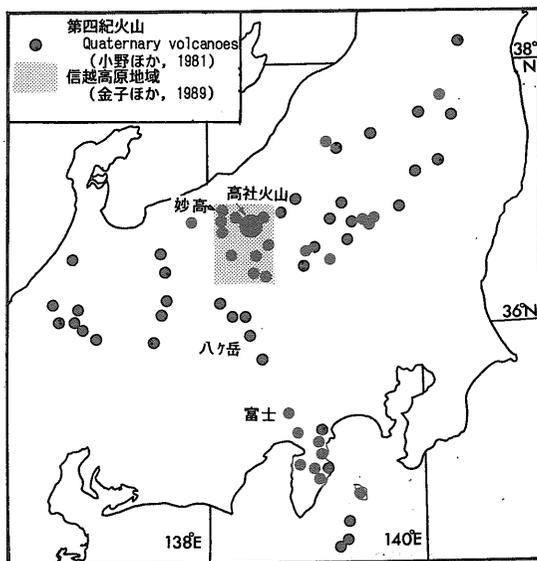
高社火山と先高社火山の岩石は、周囲の新旧の火山岩に比べ、K₂Oが少ないという点に特徴がある。

1. はじめに

高社(こうしゃ)火山は高井富士または高社(たかやしろ)とも呼ばれる安山岩質の小火山である。本火山は、信越高原地域(金子ほか, 1989)の北部の火山群に属し、妙高火山の南東側に位置する(第1図)。高社火山の地質学的な研究は、斎藤(1955)以来長い間行われていなかった。最近、金子ほか(1989)がK-Ar年代を測定し、高社火山の活動年代が約20-30万年前であり、最近では活動しておらず、短寿命の火山であることが明らかとなってきた。この年代は、早津・新井(1985)による高社火山起源のテフラの層序とも整合的である。高社火山は短寿命で、組成変化に乏しいにも関わらず、溶岩流、石質火砕流、降下軽石、軽石流、溶岩円頂丘など変化に富む噴出形態をとっている。さらに、高社火山は約20万年前に

Keywords; volcanic fan, Kousha, volcano, andesite, central Japan, Quaternary, volcanology, Nagano Prefecture, erosion

*地殻化学部 **信州大学教育学部



第1図 位置図

第四紀火山の分布は小野ほか(1981)に基づく。

Fig.1 Index map (base map after Ono et al., 1981).

降、周辺の新しい火山活動の噴出物にわずかしか覆われず、火山体の原地形面、浸食谷、火山麓扇状地が明瞭に認められる。本論文では、安山岩質の小火山の形成と浸食の典型例として、高社火山の記載を行い、その生成過程を考察する。

2. 基盤

第2図に示した地域は、長野盆地北端部に位置し、高社火山が形成される以前には、第三紀末から第四紀前期の火山岩(先高社火山岩類など)が分布していた。先高社火山岩類(第3図)は、虚空蔵山を構成する安山岩質溶岩及び火砕流堆積物、樽川に分布する安山岩質溶岩、その上位に相当する上木島周辺のやや発泡した火砕流堆積物と溶岩、斎藤(1955)の滝の沢火山である(第4図)。滝の沢火山は不動の滝(第4図のTas13-14の地点)の下部のwelded spatterとその上位の5枚以上の厚い安山岩質溶岩流溶岩などから構成される。さらに、高社火山の南方には、先高社火山岩類より下位と考えられる安山岩溶岩からなる箱山火山岩類や、玄武岩や安山岩溶岩からなる雁田山火山岩類、北東方のカヤノ平火山岩類の溶岩及び火砕流堆積物などが分布している(赤羽, 1979)。

3. 地形

高社火山体の規模は、底径約6km、比高約1000mで、

山頂の標高は1351.5mである。山体は開析が進み、山頂には火口がなく、火山岩頸及び岩脈が認められる(第2図)。山体の上部では浸食谷が接合し、ナイフリッジが発達する。東山麓には三ツ子山、飯盛山の溶岩円頂丘が分布する(第4図)。北及び南の山麓は、浸食谷から供給された土石流堆積物によって形成された火山麓扇状地と、浸食されずに残存する高社火山原地形面及び崖崖からなる。原地形の傾斜を山頂付近に外挿すると、元の山頂は標高1500mとなり、浸食前には現在より約150m高い山頂部が存在したと推定される。池の平付近には湖成層による平坦な地形面が認められる。

4. 高社火山の地質と形成史

高社火山の活動は、溶岩の活動を主とする前期と火砕岩の活動を主とする後期とに分けられる(第3図)。

4.1 高社火山前期噴出物

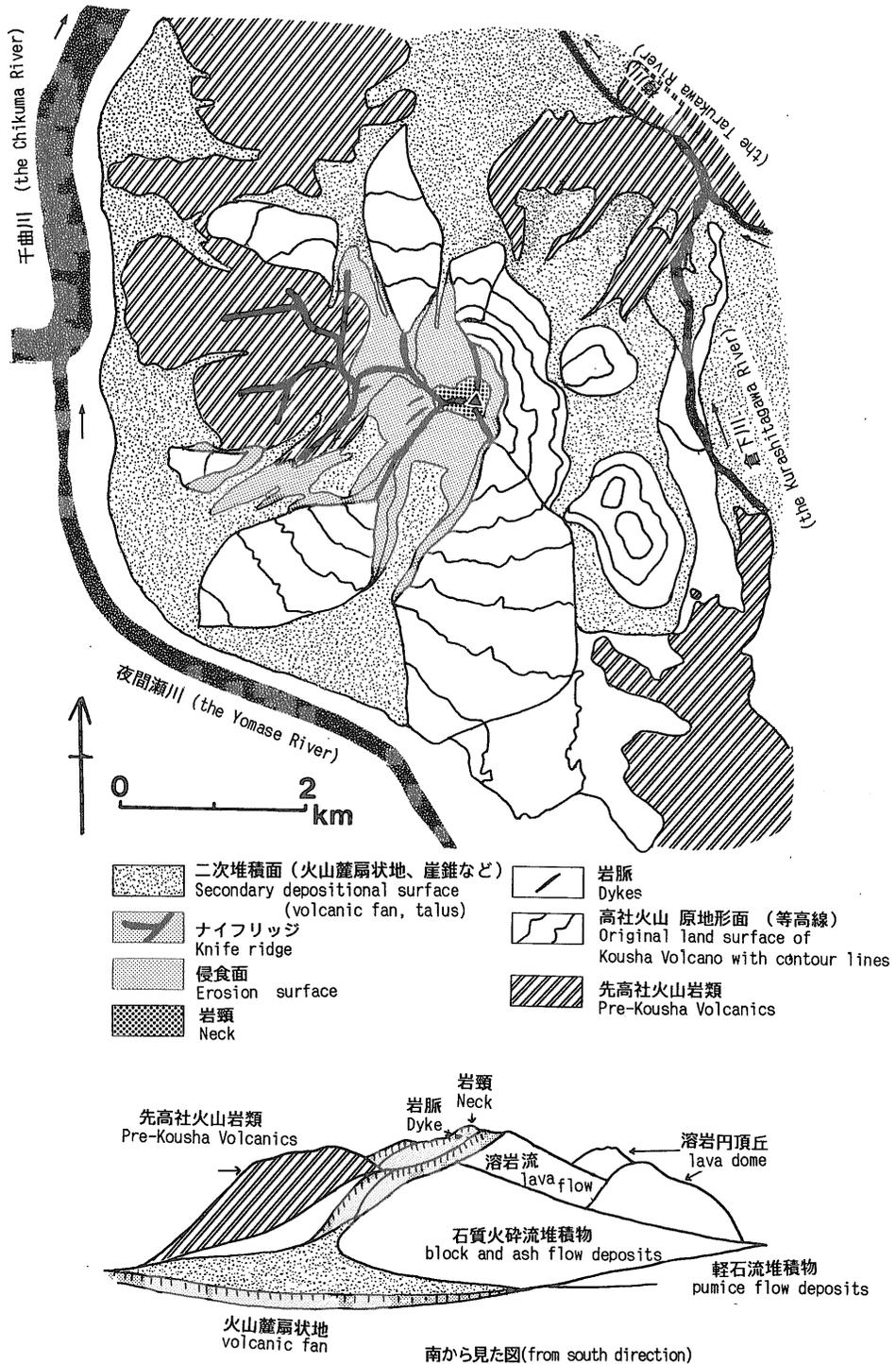
高社火山前期噴出物の溶岩は、高社安山岩溶岩主火山体を構成し、高社山を中心とする傾斜の急な円錐状の山体を形成している。山体の東斜面は後期の噴出物にほとんど覆われず、ほぼ原地形をとどめている。一方、山体の西斜面は一度は後期の噴出物に覆われたが、後期の噴出物は火砕流を主としたルーズなものであるために容易に除去された。前期の噴出物は溶岩を主とした硬い山体であったため浸食に抵抗して残存し、谷の頭部に円錐状の山体の一部として現れている(第2及び第4図)。山頂火口は浸食のため残存せず、山頂付近のドーム状の地形は、火口周辺の溶岩または火道であろう。山頂のやや南にある大黒岩は、火道からの放射状岩脈の一部である。

高社火山の前期の噴出物は、主として、輝石安山岩質溶岩で、普通角閃輝石安山岩質溶岩を伴う。

4.2 高社火山後期噴出物

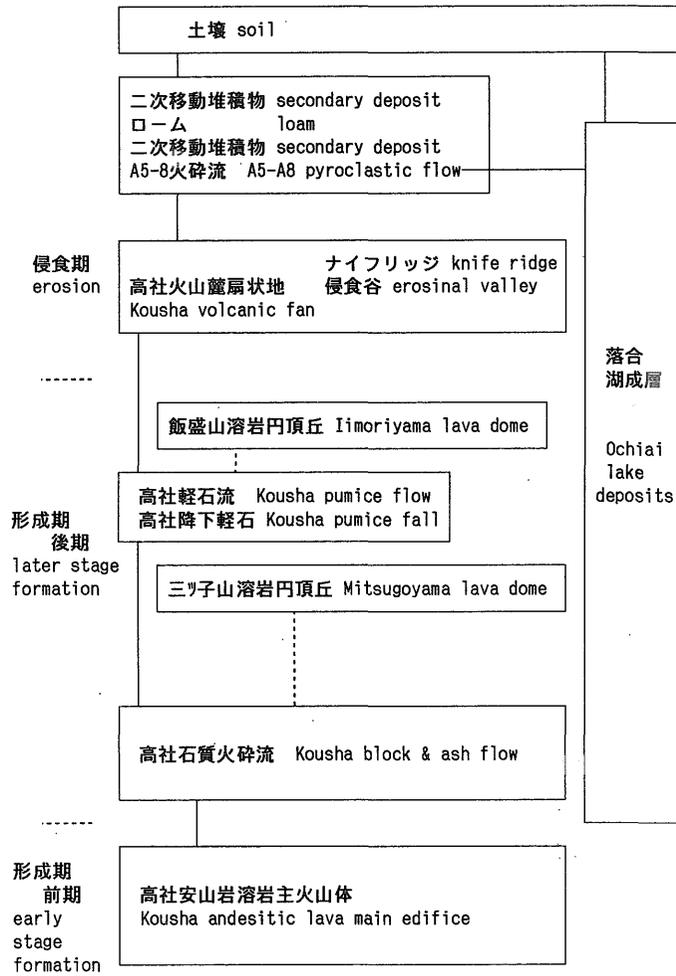
4.2.1 高社石質火砕流

本火砕流は高社火山前期噴出物を覆い、主として山体の北側と南側に分布し、前期噴出物から構成される高社山頂(第4図のTK3地点)の東側にはほとんど認められない。西方には滝の沢火山があり、火砕流はこれも避けて流れている。従って、後期噴出物の火口は、高社山頂のやや西の天狗岩の上の尾根付近(第4図のTK5地点)にあり、噴出物は東西のたかまりを避け、北と南側へ流下したと推定される。開析の進んだ山頂部の天狗岩付近(第4図のTK5地点)には溶岩が認められ、やせ尾根の発達する山体上部(第4図のTK6地点)には、火砕流堆積物を貫く岩脈が認められ、本火砕流の噴出に関連していると考えられる。本火砕流の山麓での全層厚は120mに及ぶ。これら噴出物の上には、厚いテフラ層が重なる。



第2図 高社火山地形分類図

Fig. 2 Morphological map of Kousha Volcano.

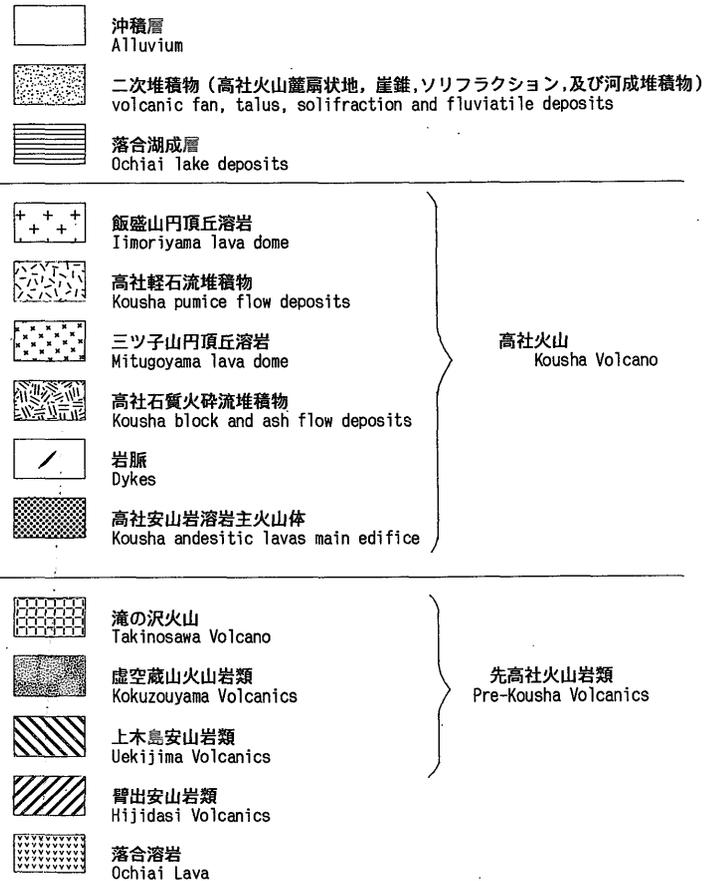
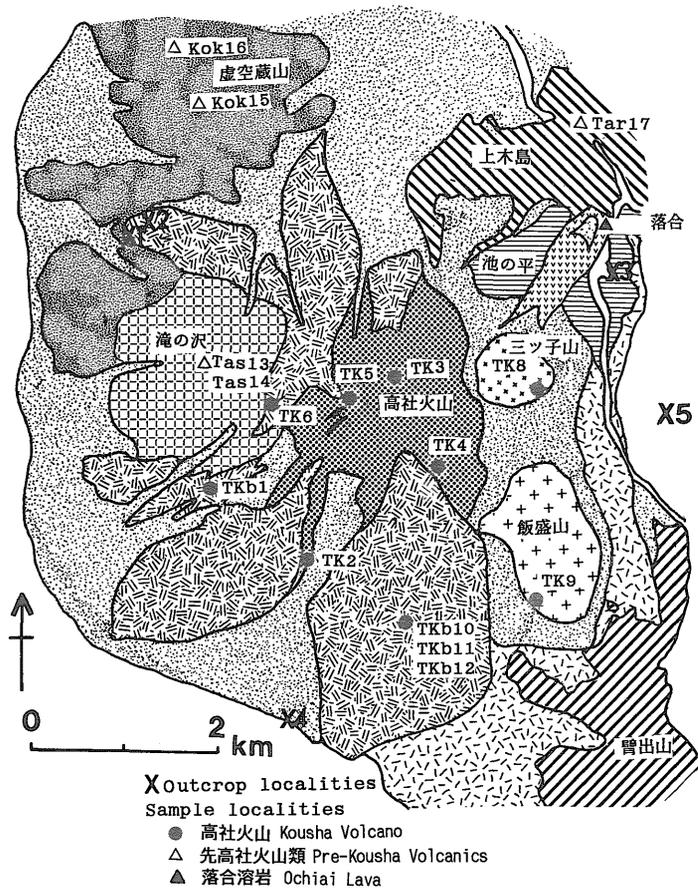


先高社火山岩類 (滝の沢火山, 虚空蔵山火山岩類, 上木島火山岩類, 樽滝溶岩)
 Pre-kousha Volcanics (Takinosawa Volcano, Kokuzo, and Uekijima Volcanics and Tarutaki Lava)
 落合溶岩, 箱山火山岩類, カヤノ平火山岩類,
 雁田山火山岩類, 高井火山岩類, 平穂火山岩類, 笠岳火山類
 Ochiai Lava and Hakoyama, Kayanotaira, Karitasan, Takai, Hirao and Kasagatake Volcanics

第3図 高社火山形成史
 Fig.3 Evolution of Kousha Volcano.

本火砕流は発泡していない輝石安山岩片と火山灰を本質物質とし、輝石安山岩の累質岩片も含み、フローユニットの厚さが数 m 程度の薄い火砕流の累重からなる。本火砕流は第2図の原地形面の残っている山麓で観察され、表面の傾斜は15-20°と大きい。この点は大規模な火砕流と異なる特徴である。第4図のTKb10-12の地点では、複数のフローユニットが重なり、ユニットの上部に

土壌が観察され、火山活動には時間間隙があったと推定される。また、土壌の発達するユニットの上に重なるフローユニットの底部に笹の茎の炭化物と笹の葉の痕跡が認められることから、この火砕流が高温であったことが推定される。同地点で礫を定方位で採取し、携帯用のフラックスゲート磁力計で測定したところ、20個の角礫のうち、12個はまったくバラバラの方位を示し、冷却した



長野県高社火山の地質 (菅野茂子・赤羽貞幸)

第4図 高社火山地質図

Fig. 4 Geological map of Kousha Volcano.

第1表 高社火山及び周辺の火山岩の化学分析値
Table. 1 Chemical analyses for volcanic rocks from Kousha Volcano and adjacent area.

	Siga1	Siga2	TK2	TK3	TK4	TK5	TK6	TK8	TK9	TKb1
SiO ₂	62.22	61.35	59.48	59.54	62.43	60.32	57.80	59.60	61.48	58.17
TiO ₂	0.61	0.62	0.66	0.61	0.56	0.58	0.70	0.65	0.60	0.57
Al ₂ O ₃	15.69	15.72	17.59	17.51	16.83	17.19	18.37	17.01	16.79	18.19
Fe ₂ O ₃	7.12	7.46	8.38	8.12	7.04	7.77	8.93	8.32	7.38	8.49
MnO	0.12	0.12	0.17	0.17	0.16	0.16	0.18	0.17	0.16	0.17
MgO	3.12	3.42	3.09	3.03	2.60	2.82	3.33	3.16	2.73	3.13
CaO	6.12	6.48	6.43	6.78	5.62	6.61	6.69	6.63	6.20	7.19
Na ₂ O	2.76	2.66	2.89	2.90	3.24	3.06	2.88	3.19	3.22	2.82
K ₂ O	2.11	2.02	1.11	1.13	1.31	1.29	0.90	1.08	1.25	0.98
P ₂ O ₅	0.14	0.14	0.20	0.21	0.19	0.20	0.21	0.19	0.18	0.18
FeO*/MgO	2.05	1.96	2.44	2.41	2.44	2.48	2.42	2.37	2.44	2.44
	TKb10	TKb11	TKb12	Tas13	Tas14	Kok15	Kok16	Tar17	Och7	Hak18
SiO ₂	58.08	62.38	60.18	60.88	59.39	57.06	57.94	58.67	57.86	58.60
TiO ₂	0.70	0.56	0.67	0.60	0.63	0.72	0.66	0.72	0.61	0.68
Al ₂ O ₃	19.08	17.19	17.38	16.81	17.63	17.72	17.72	17.37	17.30	16.57
Fe ₂ O ₃	8.81	7.02	8.32	7.86	8.19	8.89	8.72	8.62	8.30	8.18
MnO	0.19	0.15	0.18	0.16	0.19	0.17	0.17	0.18	0.16	0.13
MgO	3.27	2.36	3.22	2.72	2.82	3.90	3.22	2.95	3.32	3.96
CaO	5.99	5.63	5.59	6.43	6.55	7.56	7.32	7.11	7.66	7.55
Na ₂ O	2.85	3.22	2.85	3.04	3.19	2.84	2.98	2.97	2.87	2.70
K ₂ O	0.79	1.32	1.38	1.31	1.11	0.94	1.06	1.14	1.68	1.50
P ₂ O ₅	0.24	0.17	0.23	0.19	0.30	0.20	0.21	0.25	0.24	0.14
FeO*/MgO	2.43	2.67	2.33	2.60	2.61	2.05	2.44	2.63	2.25	1.86
	Hak19	Kar20	Kar21	Kar22	Kar23	Kaya1	Kasa2	Taka1	Taka2	Hirao
SiO ₂	59.21	59.24	63.49	53.31	61.41	64.01	61.28	60.39	60.16	61.79
TiO ₂	0.65	0.72	0.58	0.84	0.66	0.59	0.69	0.64	0.65	0.66
Al ₂ O ₃	16.41	16.72	15.49	17.34	15.45	16.12	16.10	16.61	16.15	16.38
Fe ₂ O ₃	7.96	8.33	6.71	10.75	7.78	6.45	7.61	7.58	8.03	7.64
MnO	0.13	0.14	0.11	0.17	0.12	0.11	0.12	0.12	0.15	0.12
MgO	3.91	3.07	2.73	4.54	3.26	2.63	3.17	3.17	3.40	3.01
CaO	7.29	7.11	5.59	9.46	6.35	5.14	6.33	6.84	6.96	5.86
Na ₂ O	2.73	2.91	2.83	2.59	2.59	2.73	2.68	2.62	2.38	2.51
K ₂ O	1.58	1.57	2.35	0.79	2.23	2.08	1.90	1.86	1.96	1.88
P ₂ O ₅	0.14	0.18	0.12	0.20	0.15	0.13	0.12	0.16	0.16	0.13
FeO*/MgO	1.83	2.45	2.21	2.13	2.15	2.21	2.16	2.15	2.13	2.29

Values are normalized to 100%.

Sample description :

Sample	rock name	stratigraphic unit and occurrence
Siga1*	Ol br au-hy and	Siga Volcano, lava flow
Siga2*	Ol br au-hy and	Siga Volcano, lava flow
TK2**	Au-hb-hy and	Takayashiro Volcano, early stage lava flow
TK3**	Au-hy and	Takayashiro Volcano, later stage lava flow
TK4**	Au-hy and	Takayashiro Volcano, later stage lava flow
TK5**	Au-hy and	Takayashiro Volcano, later stage lava flow

TK6**	Au-hy and	Takayashiro Volcano, later stage dyke
TK8**	Au-hy and	Takayashiro Volcano, Mitsugoyama lava dome
TK9**	Au-hy-hb and	Takayashiro Volcano, Iimoriyama lava dome
TKb1**	Au-hy and	Takayashiro Volcano, block & ash flow, block
TKb10**	Au-hy and	Takayashiro Volcano, block & ash flow, block
TKb11**	Au-hy and	Takayashiro Volcano, block & ash flow, block
TKb12**	Au-hy and	Takayashiro Volcano, block & ash flow, block
Tas13**	Au-hy and	Takinosawa Volcano, lava flow
Tas14**	Au-hy and	Takinosawa Volcano, lava flow
Kok15**	Au-hy and	Kokuzo Volcanics, lava flow
Kok16**	Au-hy and	Kokuzo Volcanics, lava flow
Tar17**	Au-hy and	Tarutaki Lava, lava flow
Och7*	Ol br au-hy and	Ochiai Lava, lava flow
Hak18*	Ol br au-hy and	Hakoyama Volcanics, lava flow
Hak19*	Ol q br au-hy and	Hakoyama Volcanics, lava flow
Kar20*	Au-hy and	Karita Volcanics, lava flow
Kar21*	Au-hy-q da	Karita Volcanics, lava flow, white inclusion
Kar22*	Au-hy and	Karita Volcanics, lava flow
Kar23*	Au-hy and	Karita Volcanics, lava flow
Kaya1*	Au-hy da	Kayanotaira Volcanics, pyroclastic flow
Kasa2*	Au-hy and	Kasagatake Volcanics, lava dome
Taka1*	Au-hy and	Takai Volcanics, lava flow
Taka2*	Ol br au-hy and	Takai Volcanics, lava flow
Hirao*	Q br au-hy and	Hirao Volcanics, lava flow

* Sample localities are shown in Akahane *et al.* (1991).

** Sample localities are shown in Fig. 4.

Abbreviations: Ol; olivine, Au; augite, Hy; hypersthene, Hb; hornblende, Q; quartz, br; bearing, and; andesite, da; dacite.

類質岩片と考えられる。しかし、8個が偏角伏角とも現在の磁北を示し、この地点は火砕流堆積時に、キュリ一点温度を越える岩片が存在していたことを示している。偏角伏角が一致した試料の化学組成は高社火山の示す範囲でばらつき(第1表)、本質岩片だけでなく、類質岩片の一部も高温に熱せられていたと考えられる。一方、噴出源より、北西の遠方である地点(第4図のX1)の20個の礫はそれぞれまったくバラバラの磁化方位を示し、定着時にはキュリ一点以下に冷却されていたことを示している。これらの岩片はわずかに角がとれた角礫で、数mに及ぶものもあり、大きさは揃わない。岩片にはジョイントが発達する。稀ではあるが、表面から垂直方向に急冷クラックが発達した岩片が認められる。新鮮な露頭では、基質は淡赤紫色を呈する火山灰と火山砂である。

4.2.2 三ツ子山溶岩円頂丘

山体の東には、三ツ子山溶岩円頂丘がある。三ツ子山は名の通り、頂部が三つに分かれており、比高は約300m、底部の直径は900mであり、輝石安山岩からなる。

この円頂丘の北東方向に、粘性が高く3段の舌状を呈

するかんらん石含有輝石安山岩質の溶岩(落合溶岩)が分布し、一見、三ツ子山から流出したように見えるが、円頂丘との地形が不連続であり、かんらん石を含みやや変質しているという岩相上の相違だけでなく、第1表に示すように、 K_2O やRbが多いという化学組成の点でも他の高社火山の岩石とは異なり、むしろ南方の箱山溶岩類に類似している。従って、落合溶岩と三ツ子山溶岩とは別のものである。

4.2.3 高社降下軽石及び高社軽石流堆積物

石質火砕流の上部の風化層の上を、降下軽石層と軽石流堆積物が覆う(例えば第4図のTKb10-12の地点)。高社火山の東部の模式的な柱状図を第5図に示した。

A3降下軽石(高社降下軽石)は、高社火山付近で10-45cmの層厚の変化を示し、粒径の変化もあり、その最大値は7cmと大きい。これに伴う軽石流堆積物(高社軽石流堆積物、第5図及び第6図)は高社火山の南及び東に主として分布し、北方(第4図のX2地点)では火山灰のみが堆積している。

高社軽石流堆積物の軽石は普通角閃石と斜方輝石を多

く含むことを特徴とする。普通角閃石を多く含む岩石は、開析された山頂付近の火道としても、石質火砕流の岩片としても見いだせない。同質の岩石は後述の飯盛山溶岩円頂丘にのみ存在する。従って岩相、層位及び分布から、飯盛山付近が噴出口であると考えるのが最も合理的である。

一方、第5図の柱状図のA5-A8は火山灰を基質とするが岩片に富み、炭を普遍的に含む火砕流堆積物である。その岩片の最大粒度が1cm以下と揃っており、高社火山の周囲での層相及び層厚変化に乏しいこと、高社火山より西方で粒径が大きくなることなどから、高社火山より西方の火山から供給され、薄く広がった火砕流の堆積物と推定される。この火砕流の水中堆積相が後述の落合湖成層中に認められる。

4.2.4 飯盛山溶岩円頂丘

本溶岩円頂丘は、北と南の2つの円頂丘が接合しており、それぞれ比高は約260mと240mで、底面の直径は700mと1000mである。円頂丘の裾野は、円頂丘の形成時及び形成後の崖錐堆積物に覆われている。斜方輝石普通角閃石デイサイトよりなり、斑晶に普通角閃石を多く含む点の特徴とする。

4.2.5 落合湖成層

落合付近には水平層理の発達した湖成層が観察される。下須賀川の山の内小学校のボーリング(第4図のX5地点)では、標高680mより下に、層厚26mのシルトが確認されている。X3地点に露出する本層の標高は590mであり、この湖成層の全層厚は90mか、それ以上であると推定される。池の平周辺の平坦な地形は、これらの湖成層よりなると推定される。下白沢橋(第4図のX3地点)では、クロスベットの発達した砂礫層と水中に堆積した級化構造の認められる火砕流堆積物(第5図のA5-A8に対比され、高社火山より新しい)との互層が観察される。これらは小断層により切られ、上位にはシルト層が重なる。

5. 高社火山の浸食

高社火山の山麓(例えば第4図のX4地点)では、高社降下軽石層と高社軽石流堆積物を覆って、火山麓扇状地堆積物が広く堆積している。火山麓扇状地堆積物は、層相の変化が著しく、末端部の十三崖(第4図のX4地点付近)では、相対的に分級が良くなり、砂質の薄層を挟み、成層構造の発達が著しく(第7図)、場所によりインプリケーションが認められる。礫は亜角から亜円礫である。これらの特徴は守屋(1975)の成層亜角礫凝灰岩に相当する。表層にはロームを夾在する二次移動した堆積物、および土壌が発達しており、火山麓扇状地主要部の形成は

かなり以前に終了していることを示している。

6. 岩石の化学組成

高社火山の代表的な岩石と、先高社火山岩類やさらに下位の火山岩類の化学組成を第1表と第8図に示した。蛍光X線分析法により分析を行い、測定条件は富樫ほか(1991)と同じである。高社火山の岩石は、主成分において、一つのせまいトレンド上により、周辺地域の第三紀-第四紀の火山岩と識別できる(第8図のa, b, c)。高社火山と先高社火山岩類は K_2O に乏しいが、これに比べ、落合溶岩と高社火山南方の箱山溶岩類などの下位の火山岩は SiO_2 で規格化した時の K_2O 量が約2倍高い。

7. 考察

7.1 高社石質火砕流の形成

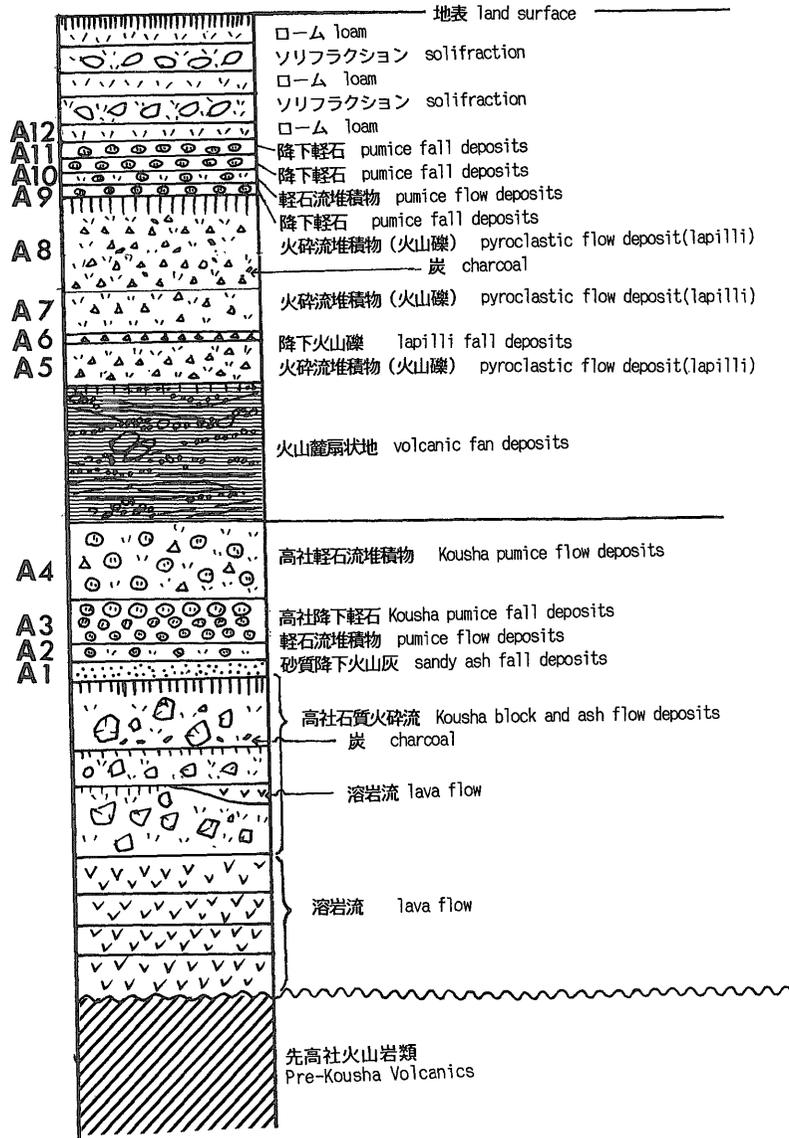
前述のように噴出時の山頂には溶岩や岩脈が存在することや、発泡していない高温の溶岩片を含むことなどから、高社石質火砕流を構成するフローユニットの薄い火砕流の重なりは、溶岩円頂丘の形成とその破壊が繰り返されて生じたblock-and-ash flow(Wright *et al.*, 1980)と考えられる。三村(1988)は高温のblock-and-ash flowを石質火砕流と訳したが、本論文では、やや低温のものまでを石質火砕流とする。

7.2 高社降下軽石及び高社軽石流堆積物の層位

早津・新井(1985)は野沢付近に広く分布する降下軽石を野沢軽石層グループと呼んだ。そのうちのNP-eが本研究の高社降下軽石に相当し、この降下軽石は軽石流堆積物を伴うことが明らかとなった。早津・新井(1985)は、野沢軽石層グループのほとんどは高社火山起源であるとし、その記載を行っているが、本研究ではNP-e以外は噴出源を確認できなかった。なお、野沢軽石層グループは、妙高火山群テフラの分布する地域で米原軽石層と呼ばれているものに対比され、この米原軽石層は、大町APmに対比される桶海(おけみ)軽石層の上位にある。大町APmは、フィッシュントラックの年代は30-60万年(塩川団研グループ, 1970; 加藤・檀原, 1987)、町田(1977a, b)による火山灰編年からは約30万年前と推定されている。したがって、高社火山の活動は約30万年前より若いと推定され(早津, 新井, 1985)、この年代は金子ほか(1989)による高社火山の溶岩が約20万-30万年前というK-Ar年代とも矛盾しない。

7.3 落合湖の形成

高社火山形成以前の地形(第2図)から推定して、倉下川は現在の高社火山付近から千曲川に合流していた。倉下川は高社火山前期噴出物による山体形成によりせき



第5図 高社火山東麓の模式柱状図

Fig. 5 Typical geologic column on the eastern foot area of Kousha Volcano.

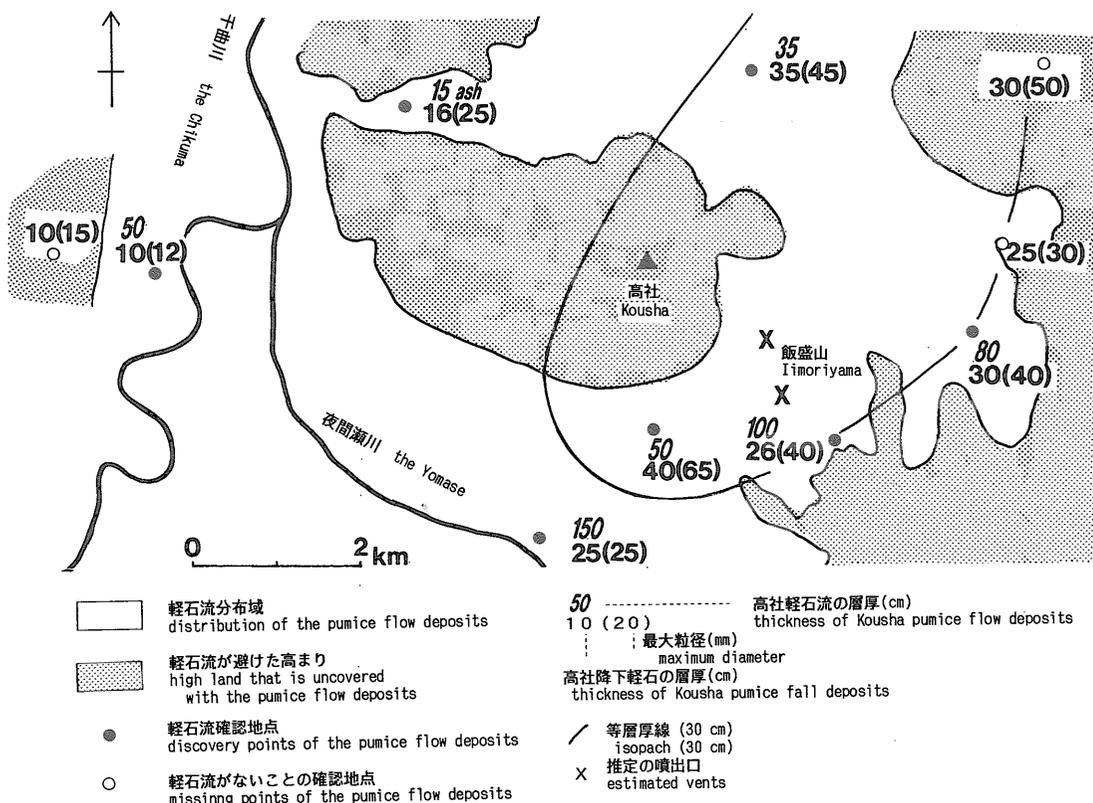
止められ、落合湖を生じたと考えられる。厚い湖成層が発達し、高社火山形成終了後の若い火山噴出物(第5図のA5-A8火砕流)を夾在することから、湖は長期間に渡り存在したと推定できる。これは、湖の北部には先高社火山岩類の硬い溶岩が分布していたため、これらを浸食し、樽川による排水が進むには長期間を要したためと考えられる。

7.4 火山体の浸食と火山麓扇状地の形成

一般に新しい火山麓扇状地は、浸食谷との関連がつけ

られる(例えば富士山大沢, 守屋, 1984)が、これらは堆積中であることから、露頭に乏しい。一方、古い扇状地堆積物を供給した山体上部の浸食地形は、後からの噴出物に覆われるか、浸食により失われるかして、扇状地堆積物との対応がつかない場合が多い。高社火山では、扇状地の発達が比較的古いにも関わらず、後からの噴出物にほとんど覆われず、浸食谷と扇状地堆積物との関係、扇状地の構造が明瞭に観察された。

火山麓扇状地の発展過程を、守屋(1984)は、1)山腹



第6図 高社降下軽石と高社軽石流の分布図

Fig. 6 Distribution of Kousha pumice fall deposits and Kousha pumice flow deposits.

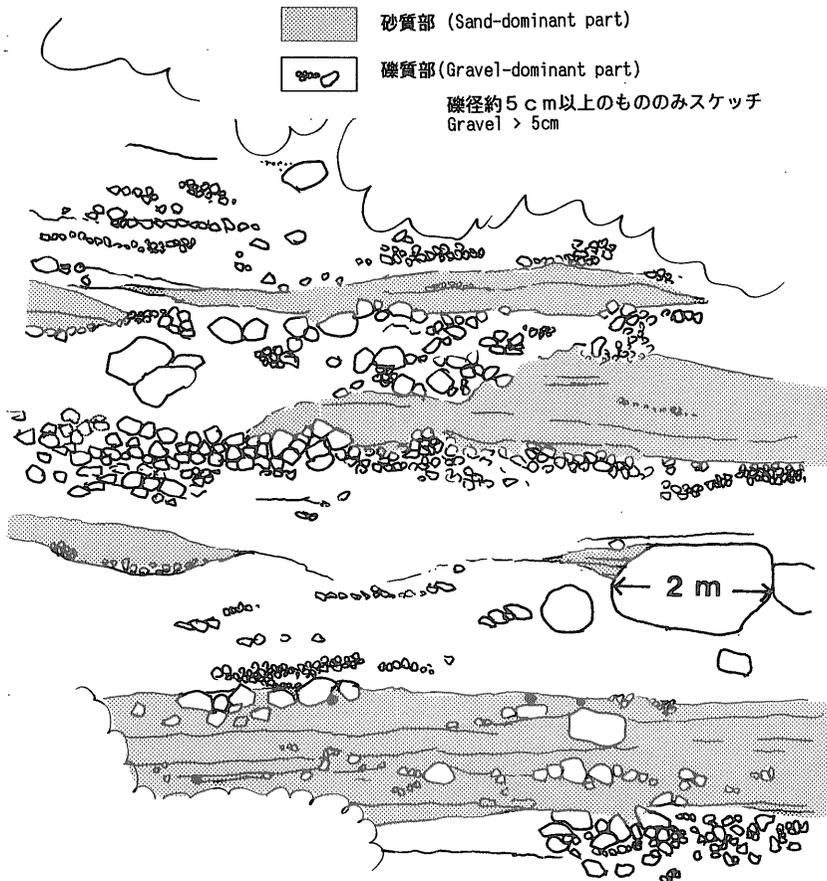
における、ガリーの生成と、その下部における、小規模で傾斜の急な扇状地堆積物の生成、2) ガリーの拡大による浸食谷の形成と扇状地の発達、3) 浸食谷の接合によるナイフリッジの生成、三角状に残存する火山原地形(プレーズ)、個々に識別可能な扇状地の発達、4) 火山の原地形面の消失、複数の火山麓扇状地の接合により、火山の裾野がドーナツ型に扇状地に取り囲まれる、の4段階に分類した。日本では第3段階の例は不完全な例が利尻火山において認められていた(守屋, 1984)が、高社火山はその典型といえよう。

火山が活動的な場合は、火山麓扇状地の発達は火山活動と密接な関係がある。火山が火砕流を発生する場合は、火砕流が地形的に低い浸食谷を埋め、これが土石流として流下することにより、急速に、扇状地が生成される。フィリピンのマヨン火山の場合がこれに相当する(Rodolfo, 1989)。高社火山は、後期になって山体表面にルーズな石質火砕流を大量に堆積した。山体の西部に発達した沢はこの石質火砕流を浸食し、容易に山体上部で

の浸食が進み、この過程で土石流が繰り返し生じた。山体の上部では、浸食谷の接合によるナイフリッジが形成され、山頂部は原地形が失われた。山麓では、石質火砕流による原地形面が残存する一方、土石流による火山麓扇状地が形成され、広い面積を占める様になったと考えられる。

7.5 岩石の化学的特徴

高社火山と先高社火山岩類の岩石の化学組成は、周辺の他の火山岩と比べて、 K_2O が少ない点に特徴がある。この特徴は初生マグマの性質に由来する。高社火山は寿命が十万年程度であり、噴出量も $8km^3$ (金子ほか, 1989) 程度であり、一連の安山岩マグマの生成や分化の規模が小さい。空間的に見た場合、金子ほか(1989)によれば、信越高原地域では、高社火山より北の毛無地域の火山は SiO_2 で規格化した K_2O 値が、高社火山の南の地域より低い傾向がある。また、Nakano *et al.* (1987) によれば、中部地方では火山フロントからの距離と化学組成は微量元素も含めて規則性が失われているとのことであ



第7図 高社火山麓扇状地堆積物のスケッチ (第4図のX4地点)

Fig. 7 Sketch of the outcrop of the volcanic fan deposits at X4 in Fig. 4.

る。これらの時空の変化を考えるうえで、高社火山の地質的特徴の吟味は今後の課題である。

謝辞 本研究は地質調査所5万分の1特定図幅「中野」の一部の作成の過程で行われた。地質調査所加藤碩一氏には現地でも討論していただき、野神貴嗣氏及び木村 朗氏には、薄片を作成していただき、阪口圭一氏には磁化方位の測定法の指導をしていただいた。千葉大学の若月聡氏には試料の調製の援助をしていただいた。地質調査所の奥村公男氏、三村弘二氏、中野 俊氏、元地質調査所の一色直記氏、神戸大学宇井忠英氏、鹿児島大学小林哲夫氏には有益な助言をいただいた。

文 献

赤羽貞幸 (1979) 北部フォッサ・マグナ地域における後期新生代の地質構造発達史 (I)。信州

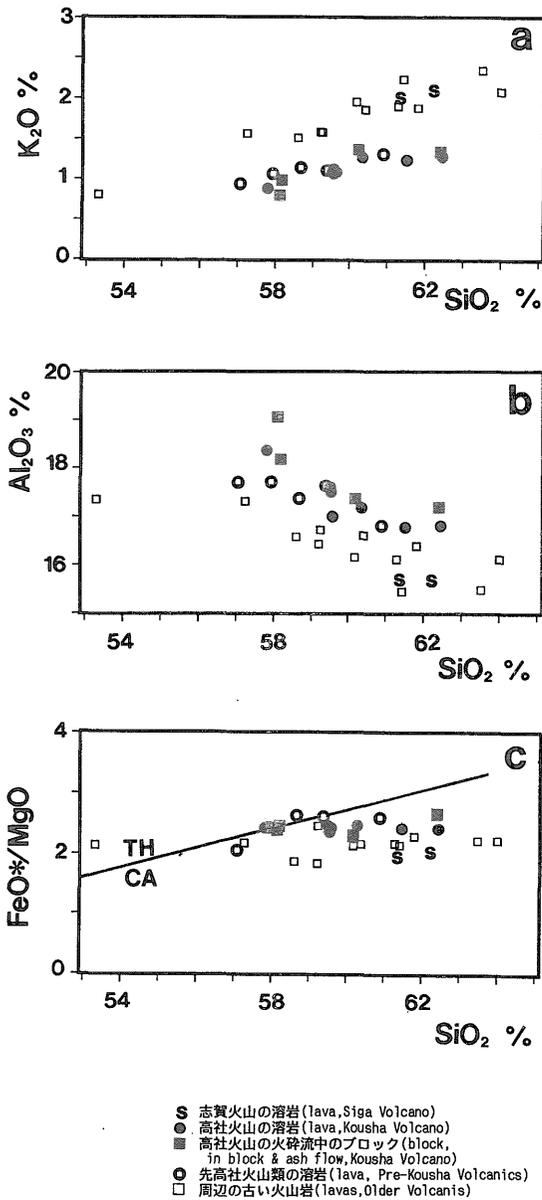
大学志賀自然教育施設研究業績, no. 18, p. 1-23.

———・加藤碩一・富樫茂子・金原啓司 (1991) 中野地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 準備中。

早津賢二・新井房夫 (1985) 妙高火山群地域のテフラ層。早津賢二著, 妙高火山群—その地質と活動史—, 第一法規, 東京, p. 253-305.

金子隆之・清水 智・板谷徹丸 (1989) K-Ar年代から見た信越高原地域の火山活動。岩 鉱, vol. 84, p. 211-225.

加藤碩一・檀原 徹 (1987) 大町テフラ層下部層に挟まれるクリスタル・アッシュのフィッシュオン・トラック年代。地調月報, vol. 38, p. 265-280.



第8図 高社火山の岩石の組成変化

Fig. 8 Compositional variation of rocks from Kousha Volcano.

- a) K_2O-SiO_2
- b) $Al_2O_3-SiO_2$
- c) $FeO^*/MgO-SiO_2$

FeO* ; total iron monooxide

TH and CA ; after Miyashiro (1974)

町田 洋 (1977a) 示標テフラ層の層序・編年. 日本第四紀学会編, 日本の第四紀研究, 東京大学出版会, 東京, p. 373-374.

—— (1977b) 関東以西諸地域の示標テフラ層のカタログ. 日本第四紀学会編, 日本の第四紀研究, 東京大学出版会, 東京, p. 373-374.

三村弘二 (1988) 磐梯山の地質と活動史. 地学雑誌, vol. 97, p. 279-284.

Miyashiro, A. (1974) Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *Am. J. Sci.*, vol. 274, p. 321-355.

守屋以智雄 (1975) 火山麓扇状地と成層亜角礫層. 北海道駒沢大学研究紀要, no. 9/10, p. 107-126.

—— (1984) 第7章その他の地形概説. 日本火山学会編, 空中写真による日本の火山地形, 東京大学出版会, 東京, p. 154-160.

Nakano, S., Fukuoka, T. and Aramaki, S. (1987) Trace element abundances in the Quaternary volcanic rocks of the Norikura volcanic chain, central Honshu, Japan. *Geochem. J.*, vol. 21, p. 159-172.

小野晃司・曾屋龍典・三村弘二 (1981) 日本の火山 (第2版). 20万分の1地質編集図, no. 11, 地質調査所.

Rodolfo, K. S. (1989) Origin and early evolution of lahar channel at Mabinit, Mayon Volcano, Philippines. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, vol. 101, p. 414-426.

斎藤 豊 (1955) 下高井郡南西地域の地質. 信州大学教育学部研究論集, no. 5, p. 23-38.

塩川団研グループ (1970) 八ヶ岳東麓のローム層. 第24回地団研総会討論会資料集, p. 51-56.

富樫茂子・宮地正道・山崎晴雄 (1991) 新富士火山初期の大きなソレイアイトマグマだまりにおける結晶分化. 火山 第2集, vol. 36, p. 269-280.

Wright, J. V., Smith, A. L. and Self, S. (1980) A working terminology of pyroclastic deposits. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, vol. 8, p. 315-336.

(受付: 1991年4月17日; 受理: 1991年6月5日)