

新潟県中央・西山油帯における椎谷層（下部鮮新統）
のテフラ層序と火山活動の変遷

Transition of volcanism viewed from tephra marker beds in the early
Pliocene Shiiya Formation of the Chuo and Nishiyama Oil Fields
in the Niigata region, central Japan

黒川勝己*・池端淳佳**・平中宏典***

KUROKAWA Katsuki*・IKEHATA Junka** and HIRANAKA Hironori***

Abstract

Early Pliocene tephra marker beds in the Shiiya Formation in the Chuo and Nishiyama Oil Fields of the Niigata sedimentary basin, central Japan, were described in their horizon, field occurrence and petrography. Chemical composition of glass shards of these tephras was also shown. The Shiiya Formation is 5.3-4.3 Ma in age and intercalates more than 20 tephra beds. Among these, the Gtp, Km-1, Km-2, Ckz, Ztg, Obg, Nlg and Cbg Tephra Beds can be traced through the surveyed area more than 30km. In the early half of the Shiiya stage (5.3-4.7Ma), tephra beds are found only 1 bed per 150,000 years and gravity flow deposits dominate, while in the later half (4.7-4.3Ma), they are frequently intercalated as 1 bed per 20,000 years and fallout deposits dominate. Most of these tephras are rhyolitic in composition, among which the Km-2 Tephra (about 4.5Ma) is per-aluminous and the Obg Tephra (about 4.4Ma) is low in CaO content (about 0.4%). The Cbg Tephra (about 4.3Ma) is alkali-rhyolitic and bluish-gray in color. It shows high alkali contents ($K_2O=5.4\%$ and $Na_2O=4.4\%$), which is an unique tephra in the Plio-Pleistocene in the Niigata region.

Key words : tephra, early Pliocene, Shiiya Formation, Niigata; Km Tephra Bed, Obg Tephra Bed, Cbg Tephra Bed, tephrostratigraphy, transition of volcanism

2003年 8月28日受理

* 新潟大学教育人間科学部地学教室 新潟市五十嵐二の町8050 Department of Earth Science, Faculty of Education and Human Sciences, Niigata University, Niigata, 950-2181 Japan

** 秋田県鷹巣町立鷹巣中学校 北秋田郡鷹巣町坊沢 Takanosu Junior High School, 018-3333 Japan

*** 新潟大学大学院自然科学研究科 新潟市五十嵐二の町8050 Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Niigata, 950-2181 Japan

はじめに

テフラ鍵層の認定は、地層の正確な層準や年代の決定、さらには他の地域の地層との対比にとって極めて重要な役割を果たしてきた。新潟地域においても、上部鮮新統から下部更新統（西山層～魚沼層群）中のテフラ鍵層については、多くの記載が蓄積され、また広域対比が行われてきた。しかし、新潟地

域において、西山層の下位に位置する下部鮮新統椎谷層のテフラ層については、地域的な記載が蓄積されているものの、全体的な整理が行われておらず、また新たなテフラ鍵層が見出される可能性もある。そこで今回、新潟堆積盆中央部の中央・西山油帯における椎谷層中の20数層のテフラ層序を記載・確立し、また新たに火山ガラスの化学組成を検討した。さらにこれらの結果にもとづいて、鮮新世前期のテフラ層の特徴と火山活動の変遷を検討した。

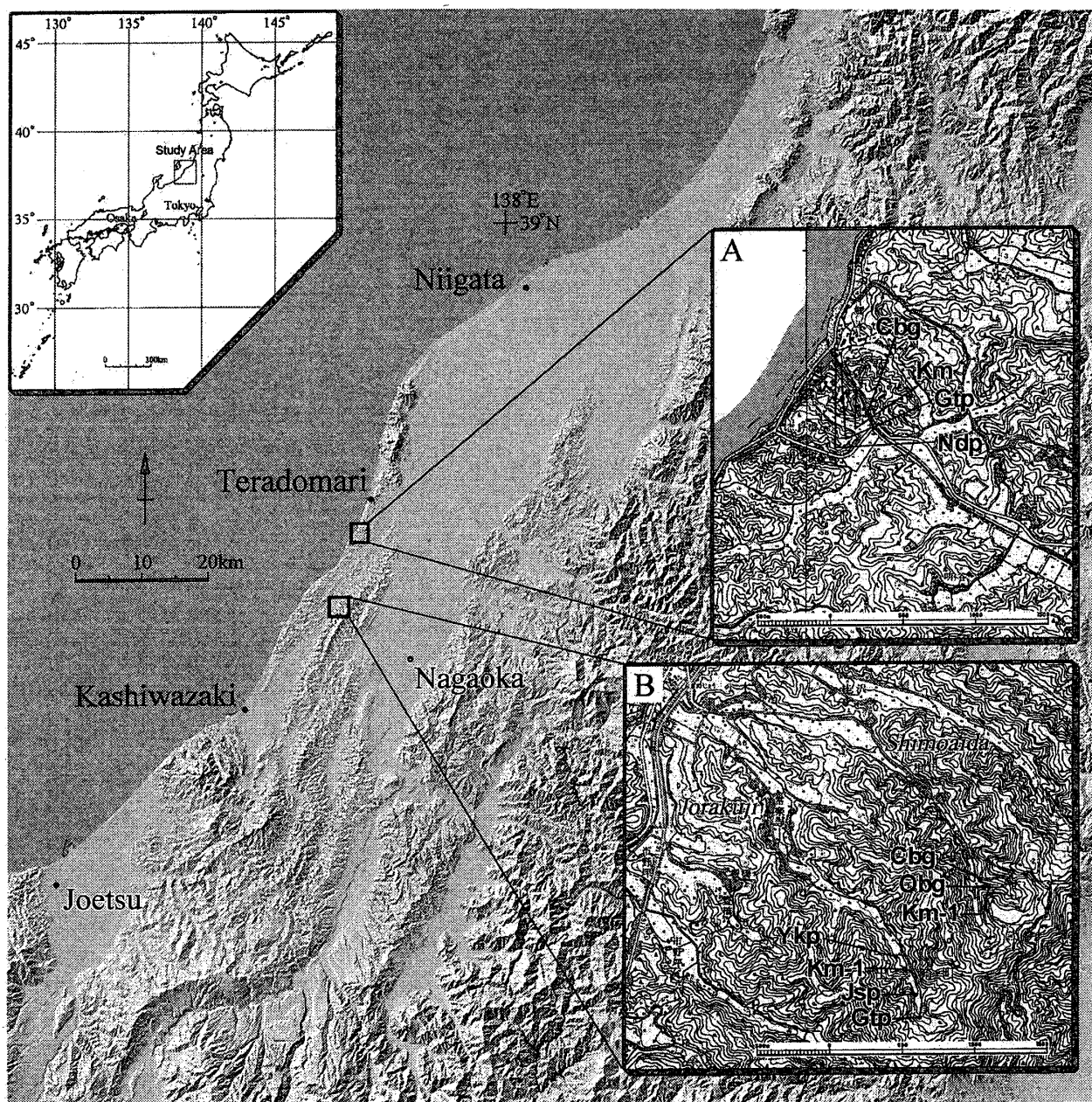


Fig.1. Location of the (A) Gomoto River route in the Nishiyama Oil Field and (B) Shimoaida and Jorakuji routes in the Chuo Oil Field, Niigata Prefecture, central Japan. Location of the representative tephra beds are also shown (Maps of A and B are after 1:25,000 「Teradomari」, 「Izumozaki」 and 「Nishiyama」 by Geographical Survey Institute of Japan).

本研究を行うにあたり、産業技術総合研究所の徳橋秀一さんには郷本川ルートの特フラ層について、ご教示いただいた。また三条市立大崎中学校の樋口裕也さんと長岡市立川崎小学校の坂井一さんには種々ご教示いただいた。以上の方々に厚くお礼申し上げます。なお本研究の一部に文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)「広域テフラによる日本列島中新統～下部更新統の精密対比」(課題番号12640440: 研究代表者黒川勝己)を使用した。

地質層序

西山油帯においては、椎谷層は下位の寺泊層に整合に重なり、浜忠層(砂泥互層)に整合に覆われる。主として砂泥互層よりなり、模式地である西山油帯南部の柏崎市観音岬(椎谷岬)周辺では層厚約1300mで最も厚いが、その周辺ではテフラ層がほとんど見出されない。椎谷層の層厚は北方に向かって薄くなり、西山油帯北部の寺泊町郷本川ルート(Fig. 1)では層厚約300mとなるが、数多くのテフラ層が見出される。

中央油帯では椎谷層は泥岩優勢砂泥互層ないし泥岩層からなり、西山層(主として泥岩層)に整合に覆われる。模式ルートの出雲崎町下相田や常楽寺ルート(Fig. 1)では、層厚360m前後で、数多くのテフラ層が見出される。なお寺泊層と椎谷層の境界は寺泊層最上部の夏戸パミス質テフラ層(Ndp)の上限に置かれる(黒川ほか, 1987)。この年代は花方ほか(2001)による微化石層序の検討から約5.3Maと考えられ、おおむね中新統-鮮新統境界の年代(5.32Ma)(Hilgen, 1992)と一致する。中央油帯において、上位の西山層との境界は中永青灰色ガラス質テフラ層(Cbg)直上の泥岩層の下限とした(黒川ほか, 1989)。この層準の年代を正確に見積もるデータはないが上位のテフラ層の年代から考えて、後述のように椎谷層と西山層の境界はおおよそ4.3Maと推測される。したがって、椎谷層は約100万年間に堆積した地層で、鮮新統の下部～中部に相当する。なお、新潟標準層序において、浮遊性有孔虫化石層序を用いて定められている椎谷階と西山階の境界は、地表地質における上述の境界よりも数十万年以上新しく(おおよそ3.5Ma)(Kurokawa et al., 2002)、西山油帯における浜忠層と西山層の境界付近に相当する。中央油帯と西山油帯(郷本川ルート)で地層の厚さをくらべると、Km-1テフラ層より下位の椎谷層は中央油帯の方が厚く、Km-1より上

位は西山油帯の方が厚い。また郷本川ルートでは、断層のために地層の繰り返しが見られる(徳橋ほか, 1999)。

中央・西山油帯における椎谷層の特フラ層の記載は鈴木ほか(1974)に始まり、これまで黒川ほか(1987)による西山油帯北部地域、黒川・丸山・沢栗(1989)による中央油帯北部、黒川・沢栗(1990)による中央油帯中央部、黒川・石山・藤原・渡部(1992a)による西山油帯、黒川・中島・林(1992b)による中央油帯南部のそれぞれの地域、それに徳橋・石原・宮田(1999)による寺泊町郷本川ルートの特フラ層の報告などがある。他地域とのテフラ層の対比については、目下のところ椎谷層の鹿島明神1(Km-1)が佐渡島中山層上部の中山三段テフラ層(Nkm)に対比された一例(黒川・富田, 1995)があるのみである。椎谷層には広域テフラ層と予測されるものが少なからず見出されるが、今後の広域対比の検討に本報告がその基礎データとしても活用されることが期待される。

中央・西山油帯の椎谷層の特フラ層

今回の調査地域における椎谷層の特フラ層をFig. 2に示した。以下に、今回検討したテフラ層の層準・分布・産状、記載岩石学的特徴について下位のテフラ層より順に記述する。なお記載岩石学的特徴の検討は1/8-1/16mmの構成粒子について行い、ガラスの形状については吉川(1976)の分類に準じた。EPMA分析は新潟大学自然科学研究科の日本電子製JXA8600型を用い、加速電圧15keV、試料電流 1.3×10^{-8} A、ビーム径はおおよそ20 μ mで行い、補正計算はoxide ZAF法によった。なお分析値は各酸化物の総計を100%に換算して、重量%で示した。

1. 郷本パミス質テフラ群(Gtp)(黒川ほか, 1987)

〔模式地〕寺泊町郷本川ルート

〔層準・分布・産状〕模式地では、寺泊層と椎谷層の境界とされる夏戸パミス質テフラ層(Ndp)(黒川ほか, 1987)の上限より約30m上位の椎谷層基底部に挟在する。全層厚10m程度のパミス質のテフラ層(GtpA)で、単層厚40cmから4m程度の多くのユニットから構成される(Fig. 3)。中央油帯では出雲崎町常楽寺ルートや柏崎市曾地など、小木ノ城背斜軸部にそって椎谷層下部に見られ、全層厚1-3m程度である。常楽寺ルートではKm-1の約300m下位。

	AGE	Chuo Oil Filed			Nishiyama (Gomoto)
		Chuei	Shimoaida	Jorakuji	
SHIYA FORMATION	4.3 Ma	Cbg	Cbg		Gsr
		Nlg-4			Gkd-2
		Nlg-3			Gkg-1
		Nlg-2			Zc
		Nlg-1			Nlg-1
					Obp · Gms
			Obg		Obg
			Simu		
			Simp		
			Simpl		
	4.5 Ma			Job	
			Ztg-4		Sb
			Ztg-3		
			Ztg-2		
			Ztg-1	Ztg-1	Ztg-1
		Ckz	Ckz		
		Km-2	Km-3	Km-3	
		Km-1	Km-2	Km-2	Km-2
			Km-1	Km-1	Km-1
				Jglc	
	5.2 Ma	Cpll	Cpll	Cpll	
			Sima		
		Nob-2			
		Nob-1	Nob-1	Nob-1	
				Jsp	Smp
			Gtp	Gtp	Mkp
					Gtp

Fig.2. Intercalated tephra beds in the Shiya Formation (lower Pliocene) in the Chuo and Nishiyama Oil Fields, Niigata sedimentary basin, central Japan.

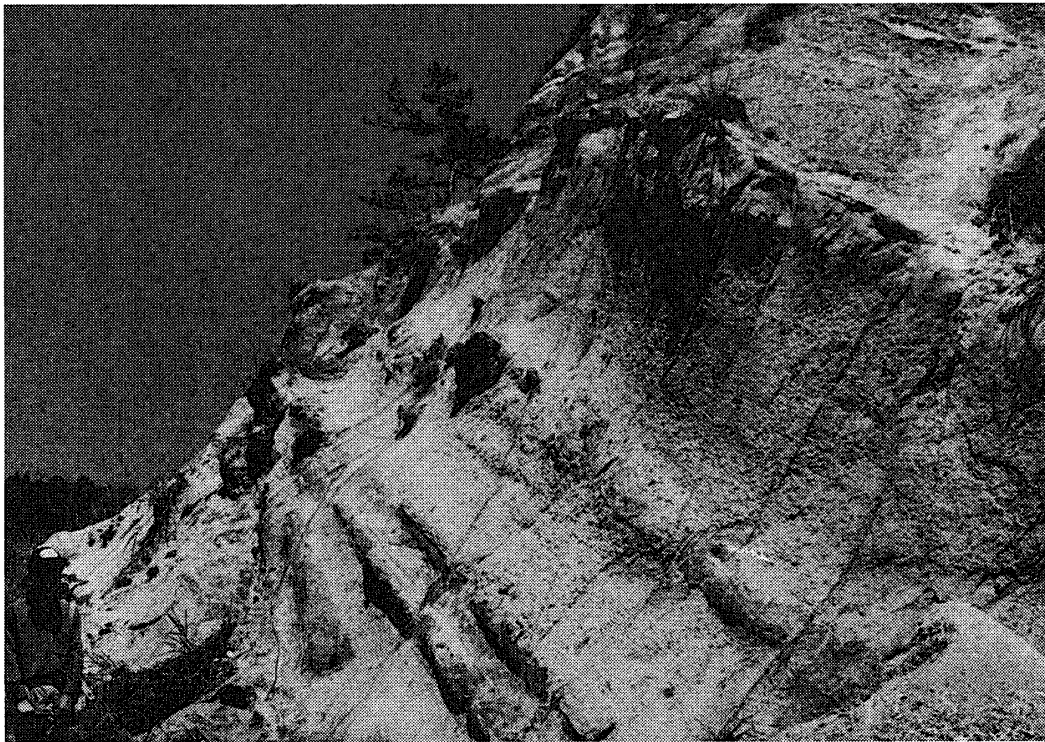


Fig.3. Field occurrence of the Gtp Tephra Beds at Gomoto, Teradomari Town in the Nishiyama Oil Field. Total thickness is about 10m.



Fig.4. Components of the Gtp Tephra at Gomoto in 3-4 ϕ fraction (the width of the photograph is 1.2mm. The photo was taken rotating the upper nicol 30° from the crossed position. The following photographs were taken under the same conditions).



Fig.5. The whole view of the Mkp Tephra Beds (about 3m thick) along the Gomoto river, Teradomari Town.



〔記載岩石学的特徴〕ガラスは種々の形態のものが混在する (Fig. 4)。やや多くの褐色ガラスを含む。有色鉱物は斜方輝石、鉄鉱物、ホルンブレンドが多く、黒雲母、単斜輝石、ジルコンを含む。

〔火山ガラスの化学組成〕測定点は少ないが、Fig. 7に示したように、 SiO_2 が78%程度、 FeO が1.6%程度、 CaO が1.4%程度、 Na_2O が2.9–3.2%程度、 K_2O が3.5–3.7%程度の値を示す。

2. 水戸黄門軽石群 (Mkp) (徳橋ほか, 1999)

〔模式地〕寺泊町郷本川ルート

〔層準・分布・産状〕模式地ではGtpの約15m上位。黒川ほか (1987) のGtpBに含まれる。全層厚約3m (Fig. 5) で、基底のMkp-1 (格さん) は層厚約1m、中位のMkp-2 (助さん) は層厚約90cm、上位のMkp-3 (黄門さま) は層厚55cm。それぞれ径1–2cm程度のパミスを含むテフラ層である。Mkpは郷本の東方約1kmの寺泊町火生石のHipa (黒川ほか, 1987) に相当し、また郷本の北東約6kmの寺泊町幕島北方120mの県道ぞいでも見られる。

〔記載岩石学的特徴〕いずれのユニットもガラスはbubble junction型と多孔質型が多い (Fig. 6)。少量の高温型石英を含む。また少量の珪質球顆を含む。有色鉱物は黒雲母が多く、ホルンブレンドのほか斜方輝石、鉄鉱物を含む。寺泊町幕島のものやHipaもbubble junction型ガラスが多く、少量の褐色ガラスと微量の高温型石英を含む。またやや多くの珪質球顆を含む。有色鉱物は黒雲母とホルンブレンドを含む。

〔火山ガラスの化学組成〕郷本川ルートのものも幕島のものもFig. 7に示すように、ほぼ同じ組成を示す。 K_2O は3.8–4.8%程度である。

3. 常楽寺砂質パミス質テフラ層 (Jsp) (小林ほか, 1993)

〔模式地〕出雲崎町常楽寺ルート。

〔層準・産状〕後述のCpll-1テフラ層の125m程度下位。層厚120cm。Gtpの150m上位、Km-1の150m下位で、GtpとKm-1のほぼ中間の層準にある。径1cm以下のパミスを含むテフラ層で、層厚130cm。

〔記載岩石学的特徴〕ガラスはTb, Hb, Ca型をはじめ、種々の形状のものが混在している。40%前後の斜長石を含む。有色鉱物はホルンブレンド、カミントン閃石、斜方輝石、鉄鉱物のほか、少量の黒雲母、単斜輝石、ジルコンを含む。

4. 清水港軽石群 (Smp) (徳橋ほか, 1999)

〔模式地〕寺泊町郷本川ルート

〔層準・産状〕水戸黄門軽石群 (Mkp) の約40m上位、Km-1の45m下位。全層厚約250cmで、6–7ユニットから構成される。径4cm程度までのパミスを含む (Fig. 8)。その層準は郷本川ルートにおいて、GtpよりKm-1に近いことから常楽寺ルートのJspよりも上位であると考えられる。

〔記載岩石学的特徴〕ガラスはやや薄手のHb, Tb型が多い (Fig. 9)。少量の褐色ガラスを含む。15%前後の斜長石と微量の高温型石英を含む。有色鉱物は黒雲母、ホルンブレンド、斜方輝石、単斜輝石のほかジルコンを含む。

〔火山ガラスの化学組成〕Fig. 7に示したように、 K_2O は2.8–3.8%程度である。

5. ニセオバコガラス質テフラ層 (Nob) (黒川ほか, 1989)

〔模式地〕三島町中永ルート。

〔層準・分布・産状〕椎谷層の砂泥互層ないしシルト層中に挟在し、模式地のほか、出雲崎町大釜谷、別ヶ谷林道、常楽寺 (道沿い)、西山町甲戸など中央油帯小木ノ城背斜西翼でよく連続する。模式地では2層組みの白色極細粒砂ないしシルトサイズのガラス質テフラ層で、下位のNob-1は層厚10cm、Nob-2はその上位80cmに挟在し、層厚13cm (Fig. 10)。出雲崎町下相田ルートではKm-1の約60m下位に厚さ15cm程度のブロック状で見出される。常楽寺ルートの道沿いではKm-1の約60m下位に見出され、層厚6cm。

〔記載岩石学的特徴〕いずれも多孔質型ガラスが多い (Fig. 11)。有色鉱物は黒雲母が多く、ほかにホルンブレンドと少量の斜方輝石、単斜輝石、チタン鉄鉱物を含む。

〔火山ガラスの化学組成〕中永、下相田、常楽寺ルートのNobの値をFig. 12に示した。これらはいずれもよく一致し、 K_2O は3.5–4.4%程度である。

6. 下相田aテフラ層 (Sima) (新称)

〔模式地〕出雲崎町下相田ルート。

〔層準・産状〕出雲崎町下相田ルートにおいて、Km-1テフラ層の約50m下位に挟在する。青白色ガラス質テフラ層で、層厚25cm。細粒砂サイズから極細粒砂サイズに級化し、平行ラミナが発達する (Fig. 13)。中永パミス・ラピリ質テフラ層ゾーン (Cpl) 中の「凝灰質砂層」 (黒川ほか, 1989) に相

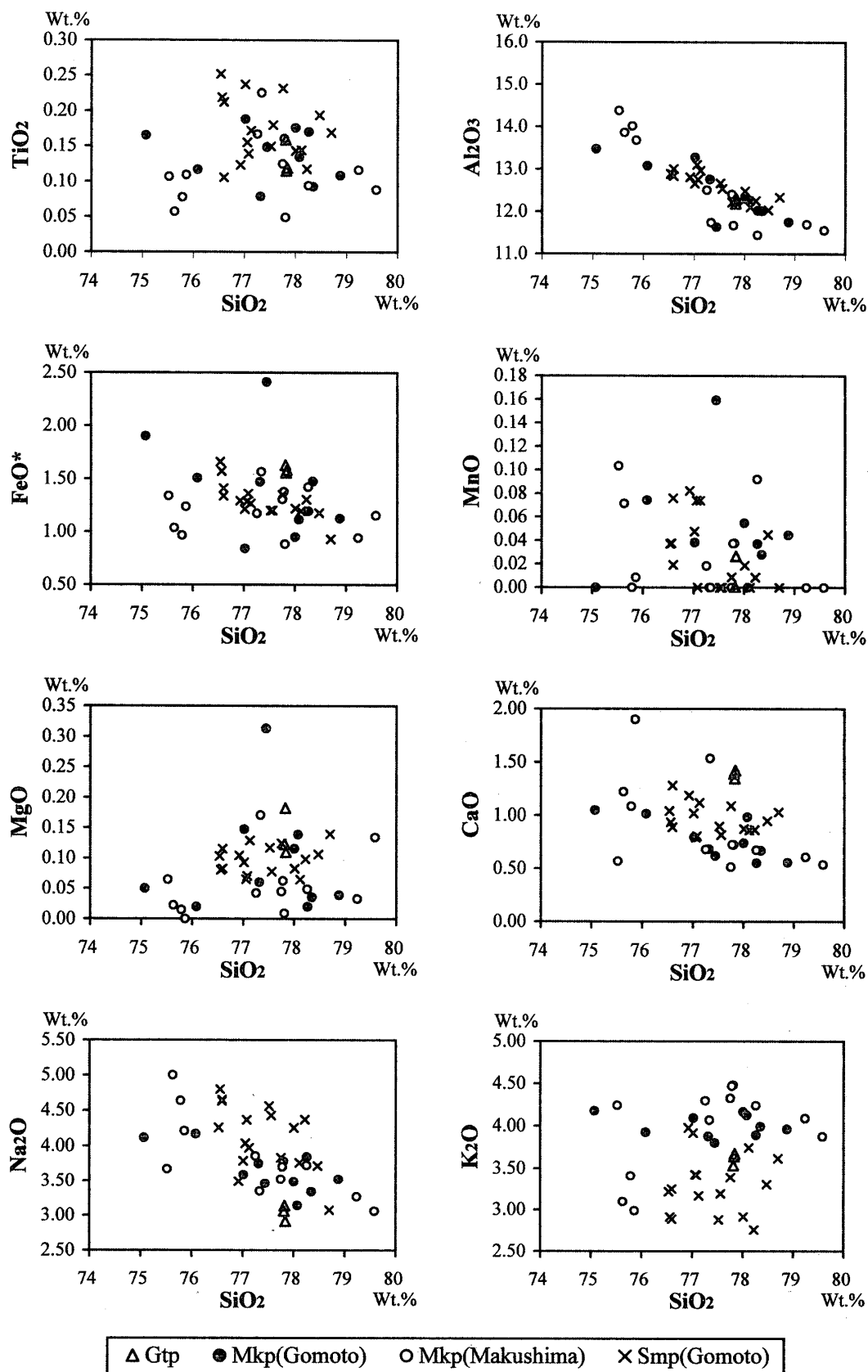


Fig.7. Chemical composition of glass shards in SiO_2 -oxides diagrams in weight%. Samples of the Gtp Tephra at Gomoto, the Mkp at Gomoto and Makushima, Teradomari Town and the Smp Tephra at Gomoto (total oxides were converted to 100wt.% as same in the following diagrams).



Fig.8. Field occurrence of the Smp Tephra Beds at Gomoto, Teradomari Town. Total thickness is about 250cm. Pumice clasts up to 4cm are contained (left upwards).

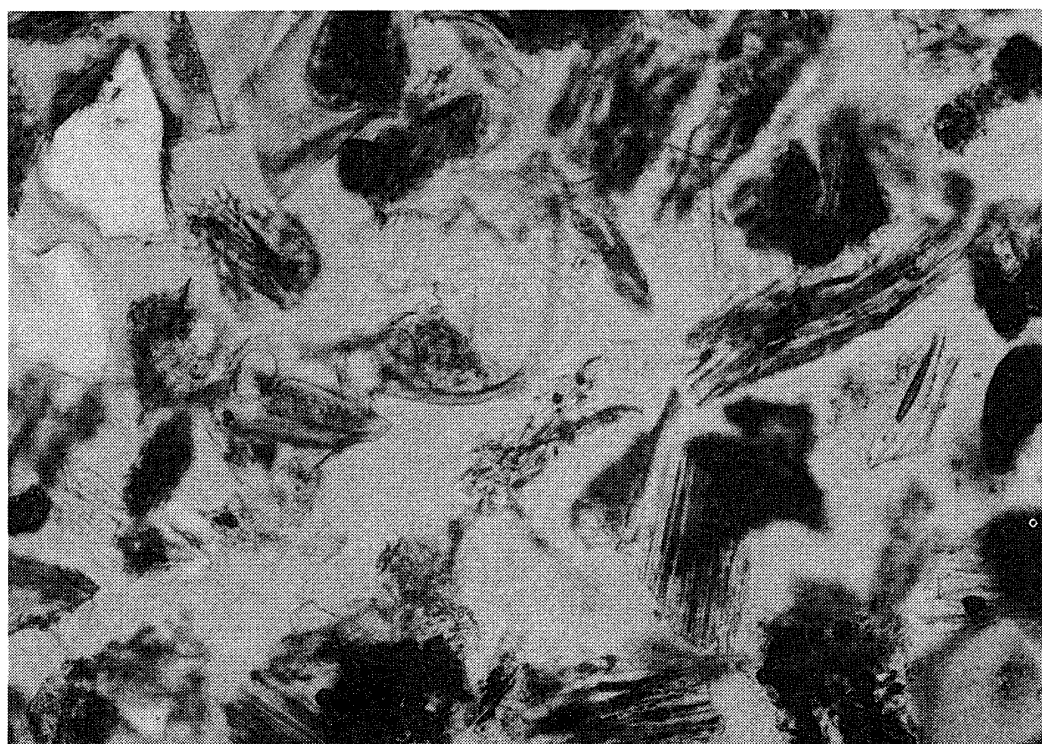


Fig.9. Components of the Smp Tephra at Gomoto. Fiber and platy types of glass shards are characteristic.

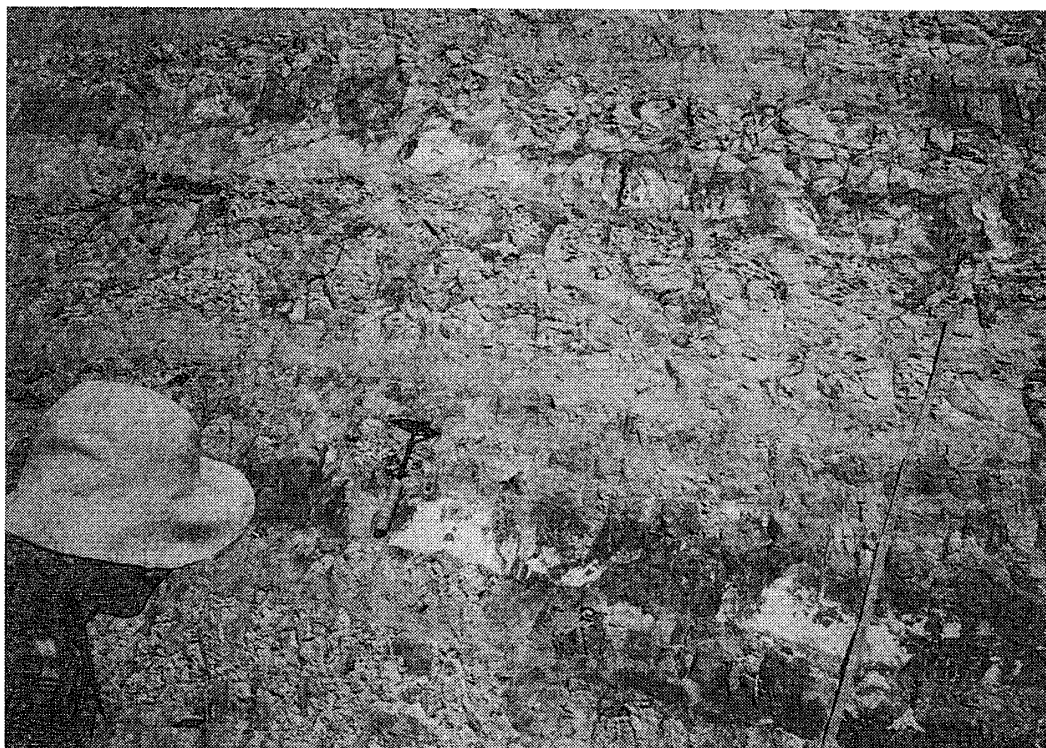


Fig.10. Field occurrence of the Nob Tephra Beds in the Shiiya Formation at Chuei, Mishima Town in the Chuo Oil Field. The Nob-1 Tephra Bed is 10cm thick, and the Nob-2, 80cm above the Nob-1, is 13cm thick.

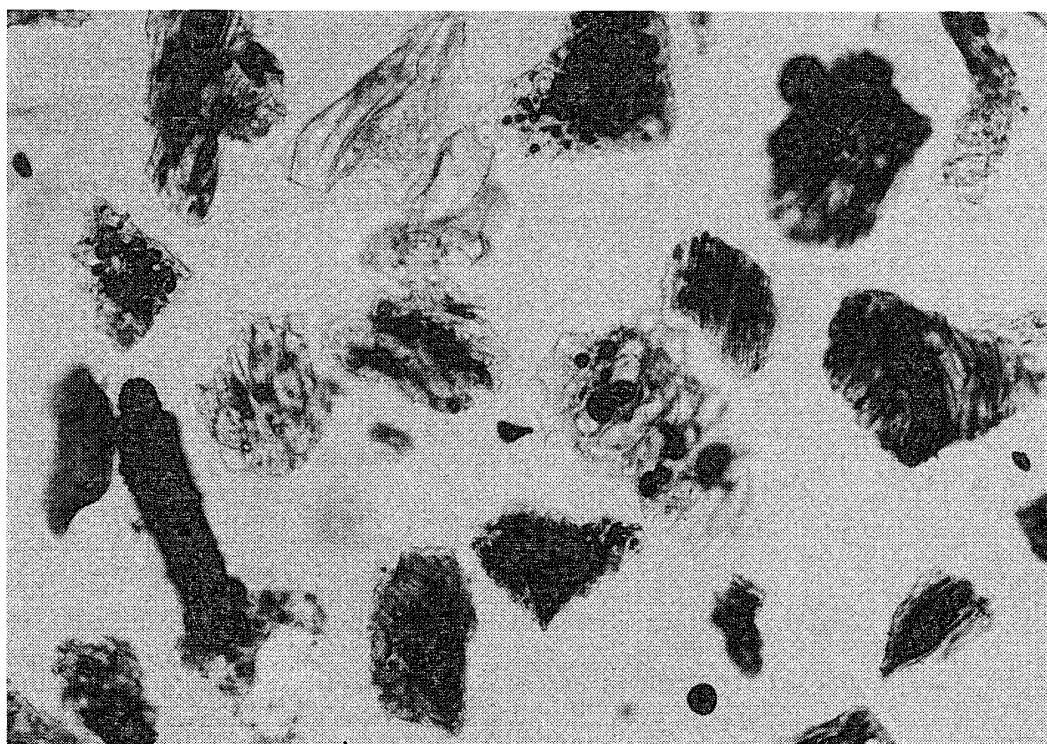


Fig.11. Components of the Nob-1 Tephra at Chuei. Micropumice type glass shards are characteristic.

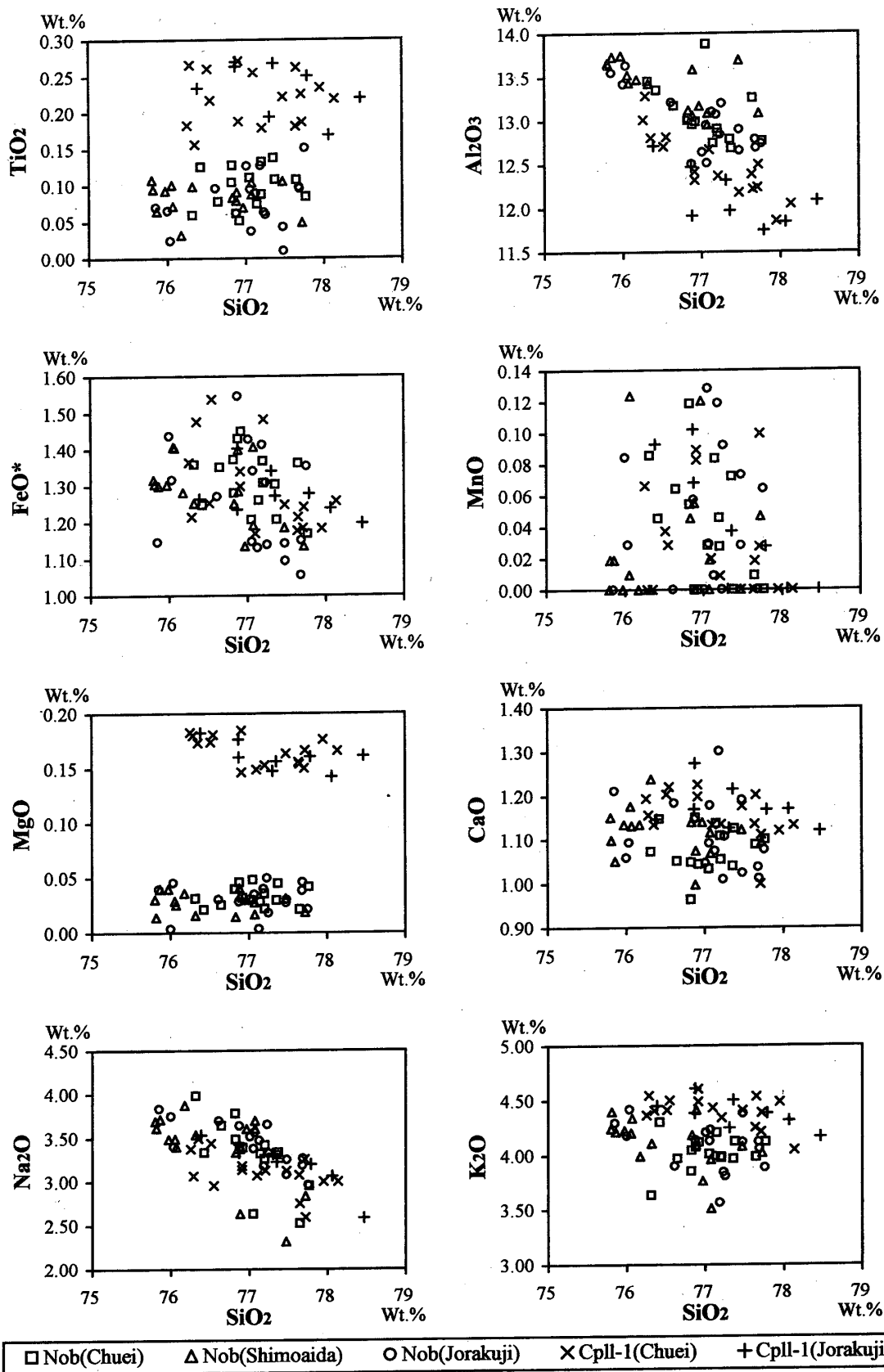


Fig.12. Chemical composition of glass shards of the Nob-1 at Chuei and at Shimoaida and Jorakuji in Izumozaki Town. Glass shards in the Cpll-1 Tephra Bed at Chuei and Jorakuji in the Chuo Oil Belt were also shown.

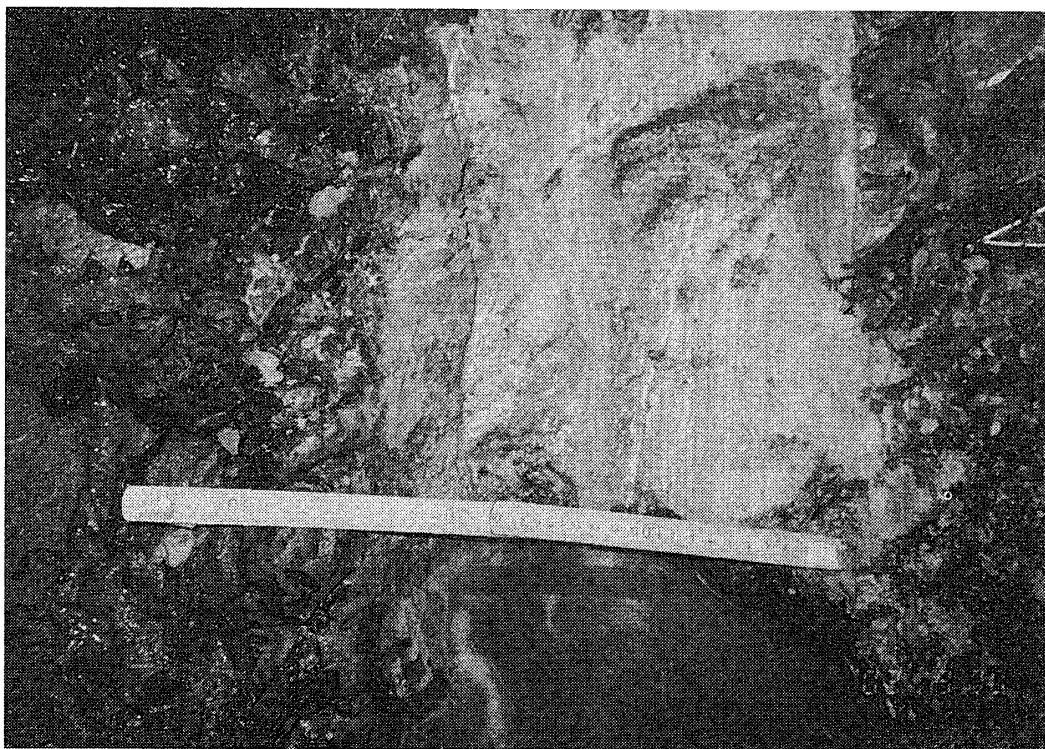


Fig.13. Field occurrence of the Sima Tephra Bed in the Shiiya Formation at Shimoaida in Izumozaki Town. The Sima is 25cm thick and laminated (left upwards).

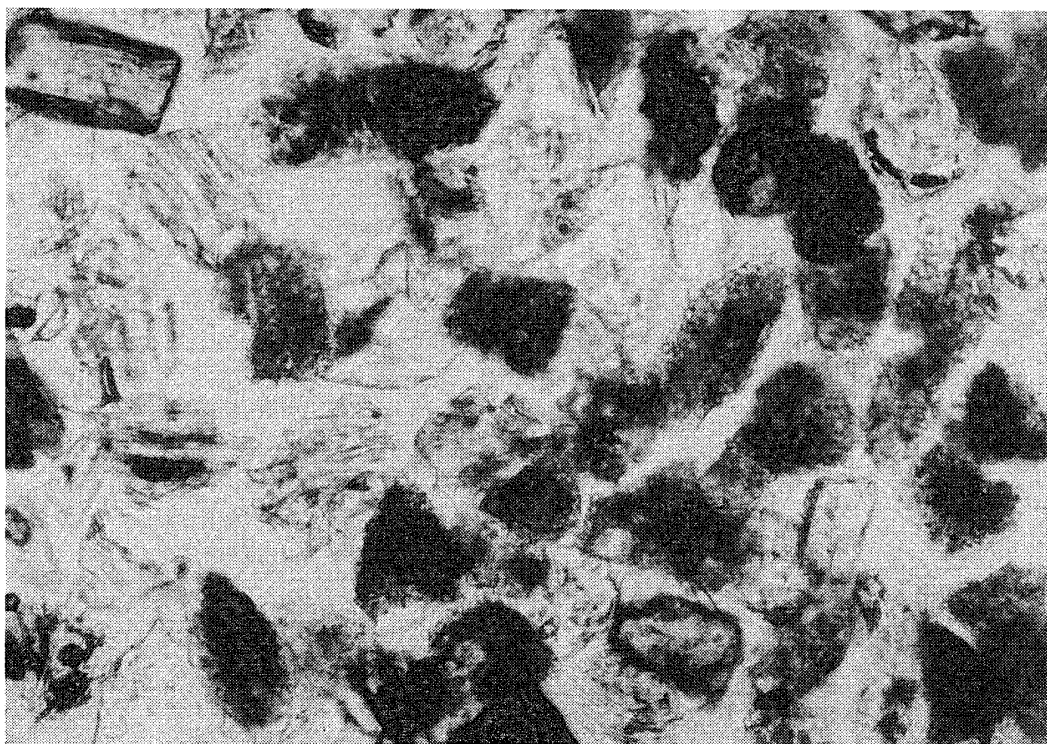


Fig.14. Components of the Sima Tephra at Shimoaida. Volcanic rock fragments are contained.



Fig.15. Field occurrence of the Cpll Tephra Beds at Chuei. The total thickness of the Cpll is more than 120cm. The Cpll-1 Tephra Bed at base is 24cm thick and cross-laminated.

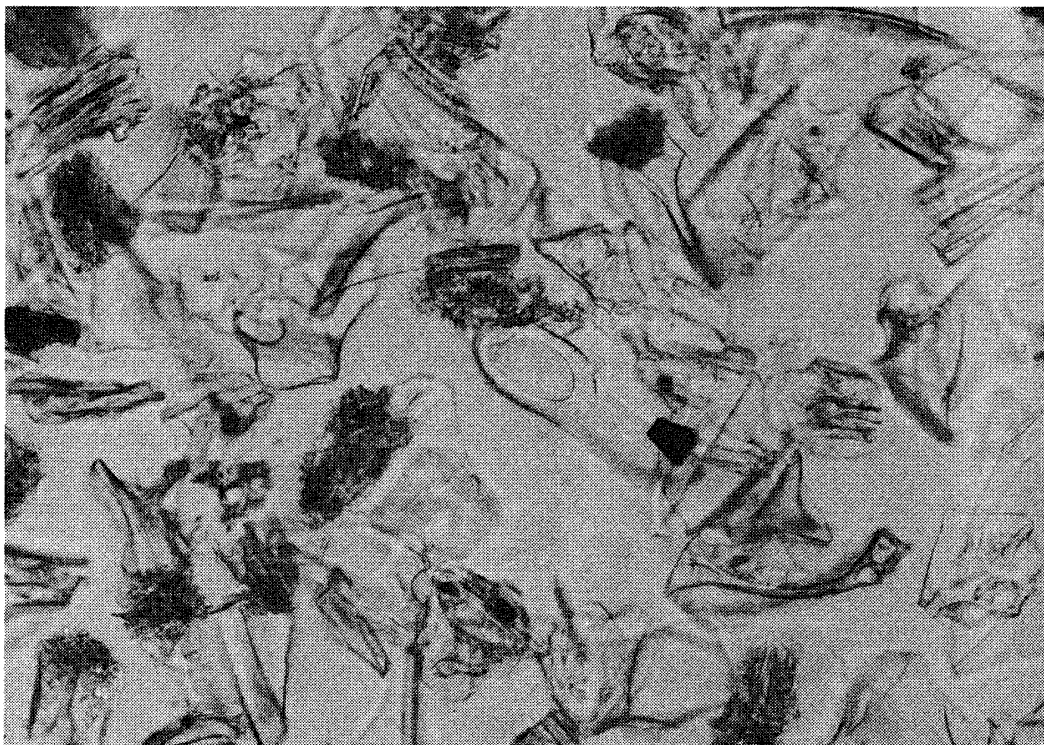


Fig.16. Components of the Cpll-1 Tephra at Chuei. Platy glass shards are dominant.

当すると考えられる。

〔記載岩石学的特徴〕50%程度の斜長石と10%程度の有色鉱物を含むガラス結晶質テフラで、火山岩片もかなり含まれる。微量の高温型石英を含む。ガラスは多孔質型のほか、種々のものが混在している (Fig. 14)。有色鉱物は斜方輝石と単斜輝石が多く、ほかにホルンブレンド、酸化ホルンブレンド、黒雲母、ジルコンを含む。

7. 中永パミス質ラミネイティッドテフラ層 (Cpll) (新称)

〔模式地〕三島町中永ルート。

〔層準・分布・産状〕椎谷層中部の中永パミス・ラピリ質テフラ層ゾーン (Cpl) (黒川ほか、1989) 中に挟在する。Km-1 テフラ層の25m下位。全層厚120cm以上。基底のユニット (Cpll-1) の下部20cmは細粒砂から極細粒砂サイズに級化し、小型のcurrent ripple ないしトラフ型のラミナが発達する (Fig. 15)。上部の4cmはシルトサイズである。その上位に細粒砂から極細粒砂サイズに級化するユニット (層厚6cm) (Cpll-2) が重なり、厚さ2cmのシルト層を挟んで極細粒砂サイズのユニット (層厚3cm) (Cpll-3) が重なる。さらに厚さ12cmのシルト層を挟んで極細粒砂サイズのユニット (層厚8cm) (Cpll-4) とその直上に厚さ60cm以上のユニット (Cpll-5) が重なる。Cpll-5は細粒砂サイズのマトリックス中に径1-2mm程度のパミス片を含んでいる。常楽寺ルートではKm-1の25m下位にCpll-1が見られ、層厚28cm。

〔記載岩石学的特徴〕Cpll-1のガラスは偏平型が多く、平板状のものもかなり見られる (Fig. 16)。5%程度の斜長石と微量の高温型石英を含む。有色鉱物は黒雲母が多く、ほかにホルンブレンドと斜方輝石を含む。常楽寺のものも同様である。中永のCpll-5もほぼ同様であるが、Cpll-1に比べて多孔質型ガラスと褐色ガラスが多く、黒雲母のほか斜方輝石が多く含まれる。

〔火山ガラスの化学組成〕中永と常楽寺ルートのCpll-1の値をFig. 12に示した。K₂Oは4.1-4.6%程度である。

8. 常楽寺ガラス結晶質テフラ層 (Jglc) (新称)

〔模式地〕出雲崎町常楽寺ルート。

〔層準・産状〕常楽寺ルートでCpll-1の8m上位、Km-1 テフラ層の17m下位に挟在する。白色極細粒砂サイズのテフラ層で、層厚2cm。

〔記載岩石学的特徴〕ガラス質火山岩片がほとんどを占める。少量の褐色ガラスを含む。有色鉱物は少ないが、単斜輝石や黒雲母が見られる。

9. 鹿島明神1 テフラ層 (Km-1) (鈴木ほか、1974; 黒川ほか、1987)

〔模式地〕寺泊町郷本の鹿島明神境内

〔層準・分布・産状〕西山油帯においては寺泊町夏戸、後谷、郷本川を経て模式地まで追跡される。郷本川ルートにおいては、椎谷層の基底から145m上位 (徳橋ほか、1999)。中央油帯においては小木ノ城背斜西翼において特に良く連続し、出雲崎町吉川から下相田、常楽寺ルートを経て、柏崎市曾地峠西方まで確認される (黒川ほか、1989、1992b)。小木ノ城背斜東翼では、出雲崎町吉川から中永ルートを経て三島町蓮花寺の奥まで確認される。Km-1の産状はいずれの地点でもほぼ類似している。すなわち、Km-1は青灰白色ないし白色のガラスないし結晶ガラス質テフラ層で、層厚15-35cm程度である。中永ルートではKm-1は層厚25cm、Km-2はその470cm上位に挟在し、層厚2cm。下相田ルートでは層厚22cmで、基底の7cmは細粒砂サイズからシルトサイズに級化し、基底にホルンブレンドなどの有色鉱物が濃集する (Fig. 17)。上部の15cmは、極細粒砂ないしシルトサイズのガラス質火山灰である。

〔記載岩石学的特徴〕ガラスはTb、Ta型の多孔質型が多いが (Fig. 18)、Hb型なども見られる。少量の石英を含む。有色鉱物はホルンブレンドが多く、ほかに黒雲母、斜方輝石と少量の単斜輝石を含む。

〔対比〕佐渡島の中山層上部に挟在する中山3段テフラ層 (Nkm) に対比される (黒川・富田、1995)。

〔火山ガラスの化学組成〕常楽寺ルートのKm-1と佐渡島のNkmの値をFig. 19に示した。いずれもAl₂O₃が14.0%前後、CaOが2.0-2.3%などの特徴を示す。また以下にのべるZtgとは異なり、ガラスの組成は明瞭な双峰性を示さない。

10. 鹿島明神2 テフラ層 (Km-2) (黒川ほか、1987)

〔模式地〕寺泊町郷本の鹿島明神境内。鈴木ほか (1974) によって、Kmテフラ層のサブのテフラ層とされたものに相当する。

〔層準・分布・産状〕鹿島明神1 テフラ層 (Km-1) のほとんどの産出地点でその上位2-5mに見出される。

極細粒砂サイズからシルトサイズに級化する白色



Fig.17. Field occurrence of the Km-1 Tephra Bed at Shimoaida. The Km-1 is 22cm thick and normally graded. The basal 7cm is abundant in hornblende crystals (right upwards).

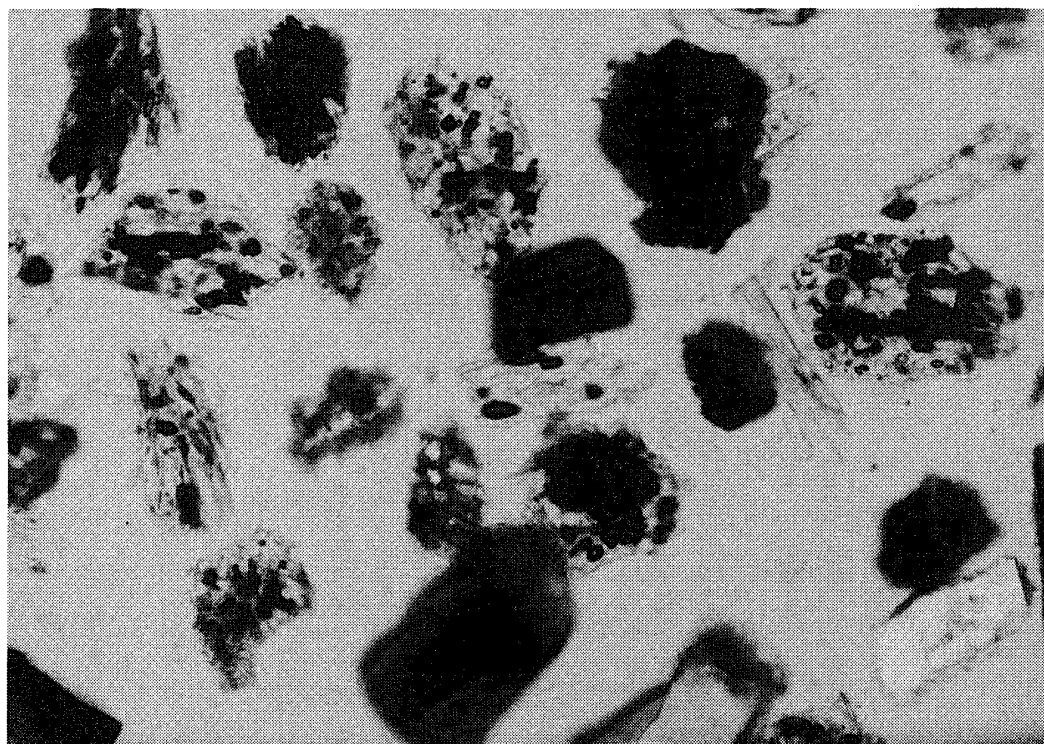


Fig.18. Components of the Km-1 Tephra at Shimoaida. Micropumice type glass shards are characteristic.

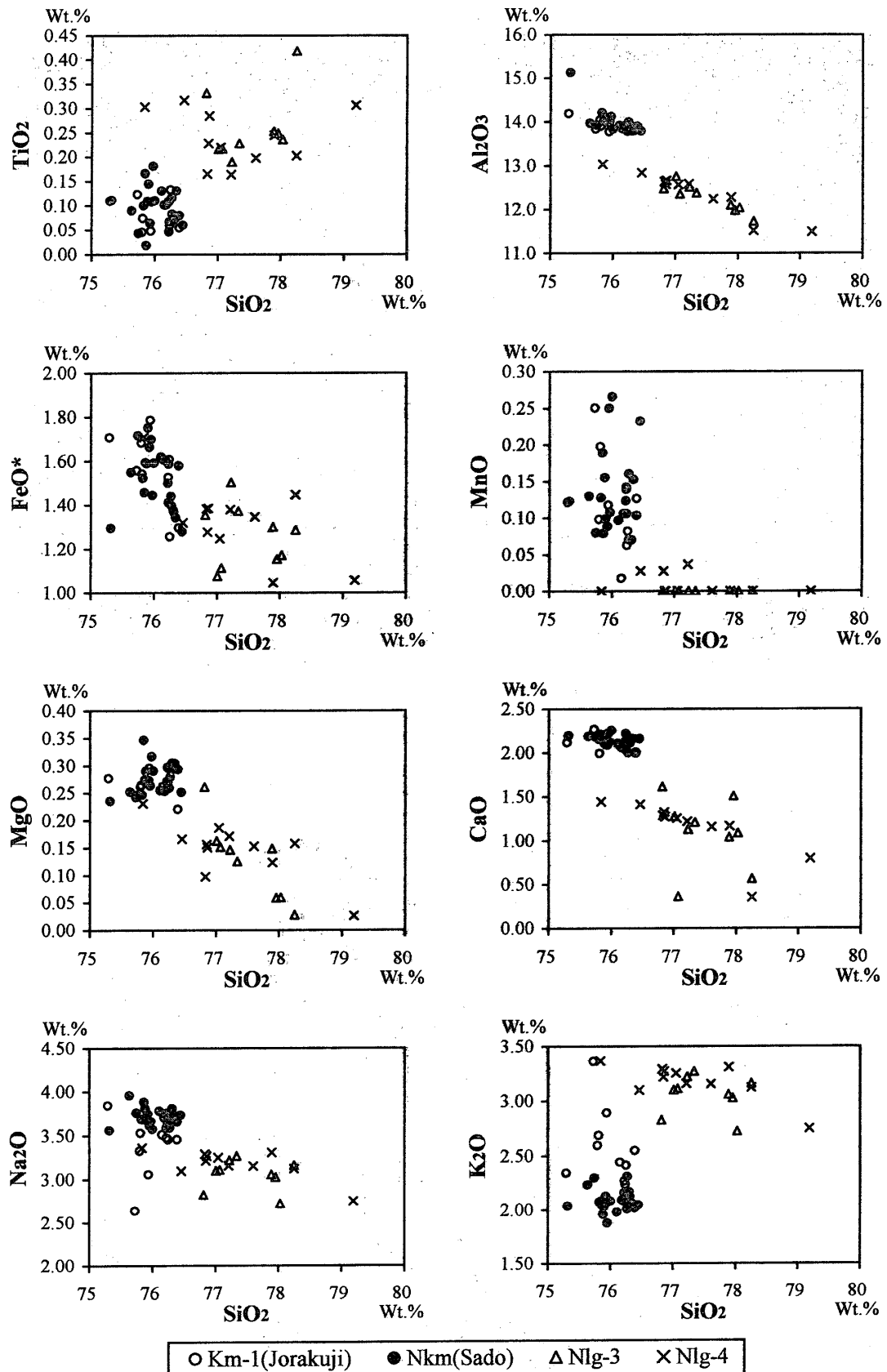


Fig.19. Chemical composition of glass shards of the Km-1 at Jorakuji and the Nkm Tephra in the Nakayama Formation in Sado Islands, which was correlated to the Km-1 Tephra Bed (Kurokawa and Tomita, 1995). The glass shards in the Nlg-3 (Gkd-1) and Nlg-4 (Gkd-2) in the Shiya Formation at Gomoto are also shown.



Fig.20. Field occurrence of the Km-2 Tephra Bed at Shimoaida. The Km-2 is 4cm thick (left upwards).

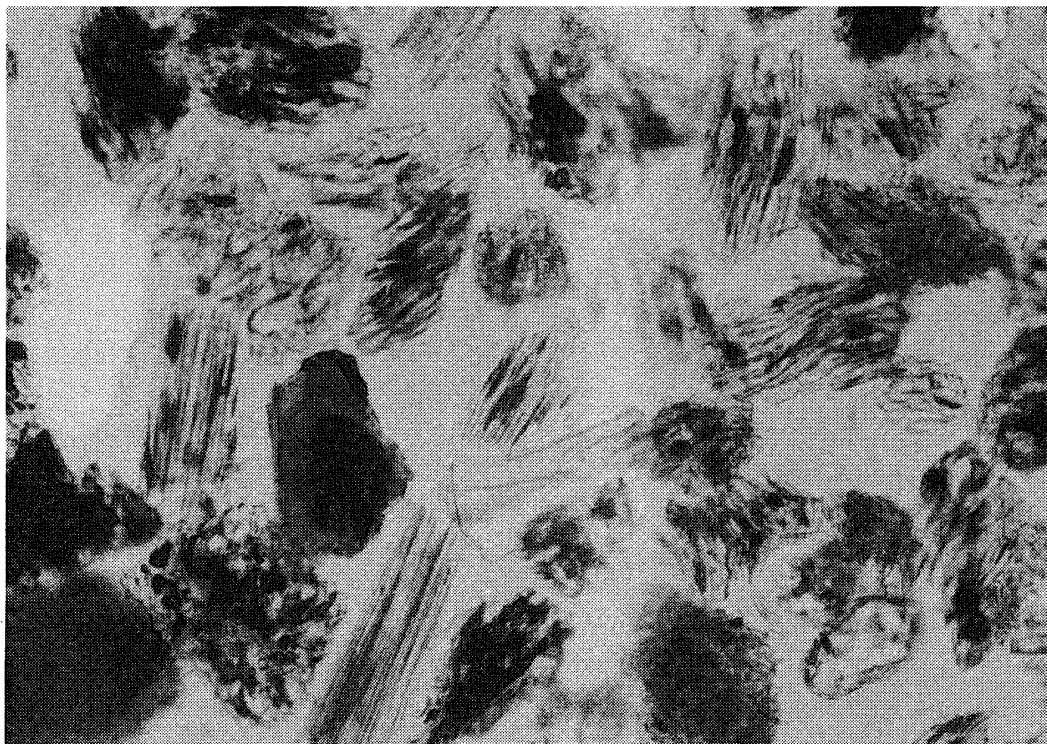


Fig.21. Components of the Km-2 Tephra at Shimoaida. Fiber and micropumice type glass shards are characteristic.

ガラス質テフラ層で、層厚3-6cm。出雲崎町下相田ルートにおいては、Km-1テフラ層の280cm上位に挟在し、層厚4cm (Fig. 20)。常楽寺ルートにおいては、Km-1テフラ層の4m上位に挟在し、層厚4cm。郷本川ルートではKm-1テフラ層の4m上位に挟在し、層厚4cm。

〔記載岩石学的特徴〕ガラス質で、ガラスはTb, Ta型の多孔質型が多い (Fig. 21)。有色鉱物は黒雲母が圧倒的に多く、ほかに斜方輝石、ホルンブレンド、ジルコンと少量の自形のザクロ石を含む。

〔火山ガラスの化学組成〕その組成をFig. 24に示した。Al₂O₃が14.5%前後と高い値を示すことが特徴的である。

11. 鹿島明神3 テフラ層 (Km-3) (新称)

〔模式地〕出雲崎町下相田ルート。

〔層準・分布・産状〕今回、出雲崎町下相田ルートにおいて、Km-2テフラ層の3m上位に挟在する白色ガラス質テフラ薄層を見出した (Fig. 22)。これをKm-3と新称する。Km-3は極細粒砂サイズからシルトサイズに級化し、層厚2cm。小断層で変位している。常楽寺ルートでもKm-2の330cm上位に見出され、層厚1.5cm。

〔記載岩石学的特徴〕ガラス質で、ガラスはやや薄手の偏平型ガラスが多く、平板状のものも見られる (Fig. 23)。有色鉱物は黒雲母とホルンブレンドが見られる。

〔火山ガラスの化学組成〕Fig. 24に示した。Km-2のガラスに比べてAl₂O₃ (12.0-12.5%) とK₂O (3.2-4.0%) が低く、TiO₂、MgO、CaOが高い。

12. 中永黒ズナテフラ層 (Ckz) (黒川ほか、1989)

〔模式地〕中永ルート (三島町中永)

〔層準・分布・産状〕模式地においてはKm-2の8m上位に挟在する安山岩質の優黒質火山砂からなるテフラ層で、層厚20cm。細粒砂からシルトサイズに級化する。柏崎市曽地峠西方では、Km-2の550cm上位にCkz-1 (層厚7cm) (Fig. 28) が、その250cm上位にCkz-2 (層厚30cm) が挟在する。中央油帯においてはKm-2からZtgの間にはこのような優黒質のテフラ薄層がしばしば挟まれる。

〔記載岩石学的特徴〕優黒質の火山岩片が多く、斜長石、有色鉱物を含む。有色鉱物は単斜輝石と斜方輝石が多く、少量のホルンブレンドを含む。

13. 地蔵峠結晶ガラス質テフラ層 (Ztg) (黒川・沢栗、1990)

〔模式地〕柏崎市曽地峠西方

〔層準・分布・産状〕模式地ではCkz-2の120cm上位に挟在し、層厚8cm。白色極細粒砂ないしシルトサイズのテフラ層であるが、同様の産状と多孔質型ガラスが多く、有色鉱物にホルンブレンドが多いという記載岩石学的特徴を示すテフラ層が近接した層準に複数認められる。下相田ルートではZtg-1はKm-2の8m上位 (Km-3の5m上位) に挟在し、層厚12cm (Fig. 25)。白色シルトサイズのガラス質テフラ層で、泥岩層に漸移する。Ztg-1の2m上位にZtg-2 (層厚3cm) が、550cm上位にZtg-3 (層厚7cm) が、7m上位にZtg-4 (層厚12cm) が見出される。常楽寺ルートでは、Km-2テフラ層の7m上位にZtg (層厚12cm) (Ztg-1) が挟在する。Ztgはこのほか中央油帯では西山町物見山および地蔵峠西口でも見出されている。西山油帯の郷本川ルートにおいては、Km-2の15m上位に見られる白色シルトサイズのテフラ層 (層厚2-3cm) およびKm-2の30m上位の白灰タフ (Sb) (層厚14cm) (徳橋ほか、1999) がZtgに対比される。

〔記載岩石学的特徴〕いずれもガラスは多孔質型が多く、丸アワ型も含まれる (Fig. 26)。有色鉱物はホルンブレンドが多く、黒雲母、斜方輝石、単斜輝石と少量のジルコンを含む。

〔火山ガラスの化学組成〕Fig. 29に示すようにZtgの各テフラ層は明瞭なバイモダルな組成を示し、かつ相互に区別がつかない。MgOは0.25%と0.38%付近、CaOは1.4%と2.2%付近、K₂Oは2.5%と3.8%付近にそれぞれ集中点がある。

14. 常楽寺オバコガラス質テフラ層 (Job) (黒川・沢栗、1990)

〔模式地〕出雲崎町常楽寺ルート。

〔層準・産状〕常楽寺ルートにおいて、Ztg-1テフラ層の11m上位に挟在する。次に述べる下相田ルートのSimplテフラ層との上下関係は確定できないが、Km-2テフラ層からの距離が小さいことからSimplよりも下位であると推測される。白色極細粒砂ないしシルトサイズのテフラ層で、層厚20cm (Fig. 30)。

〔記載岩石学的特徴〕ガラスはやや薄手のHb, Cb型が多く、bubble-junction型のものも見られる (Fig. 31)。微量の高温型石英を含む。有色鉱物は黒雲母と暗緑色のホルンブレンドが多いが、斜方輝石のほかザクロ石、単斜輝石、鉄鉱物、酸化ホルンブレン

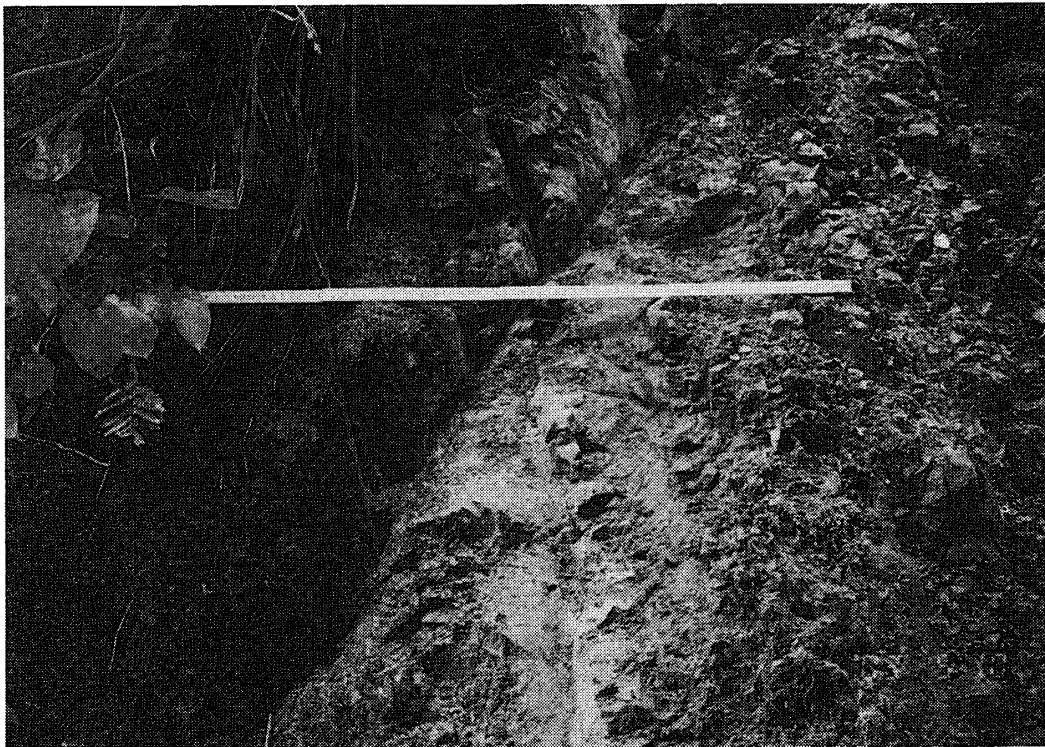


Fig.22. Field occurrence of the Km-3 Tephra Bed at Shimoaida. The Km-3 is 2cm thick (left upwards).

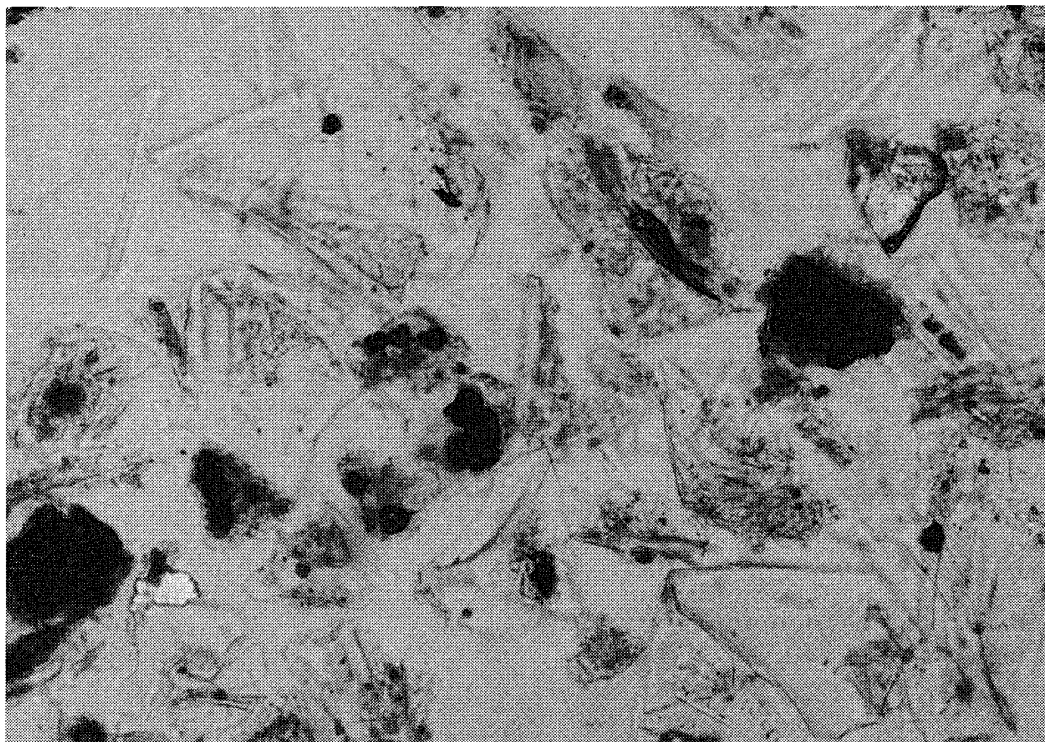


Fig.23. Components of the Km-3 Tephra at Jorakuji. Platy glass shards are characteristic.

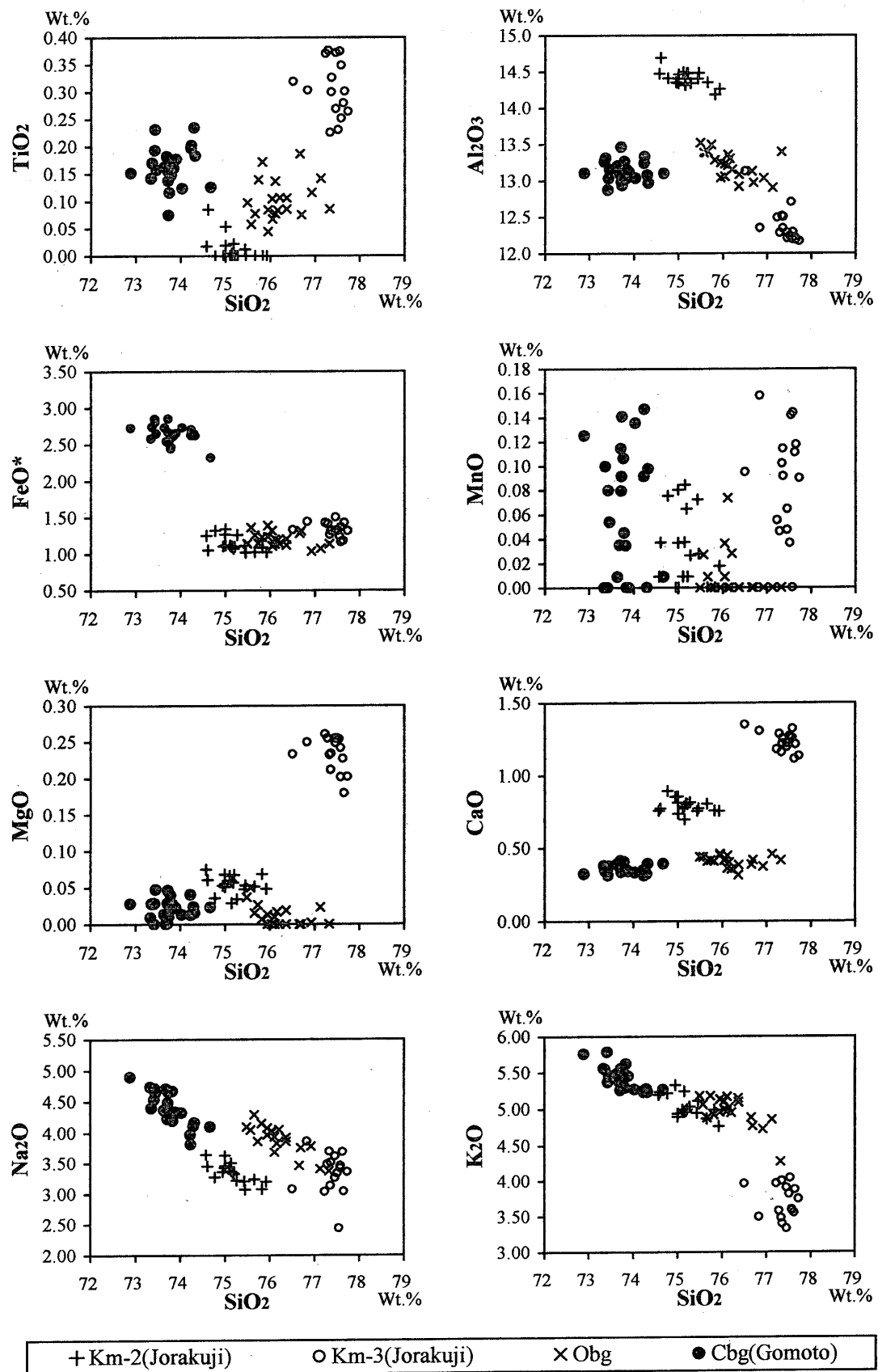


Fig.24. Chemical composition of glass shards of the Km-2 and Km-3 at Jorakuji, the Obg at Shimoaida and the Cbg (Gsr) at Gomoto in the the Shiiya Formation.

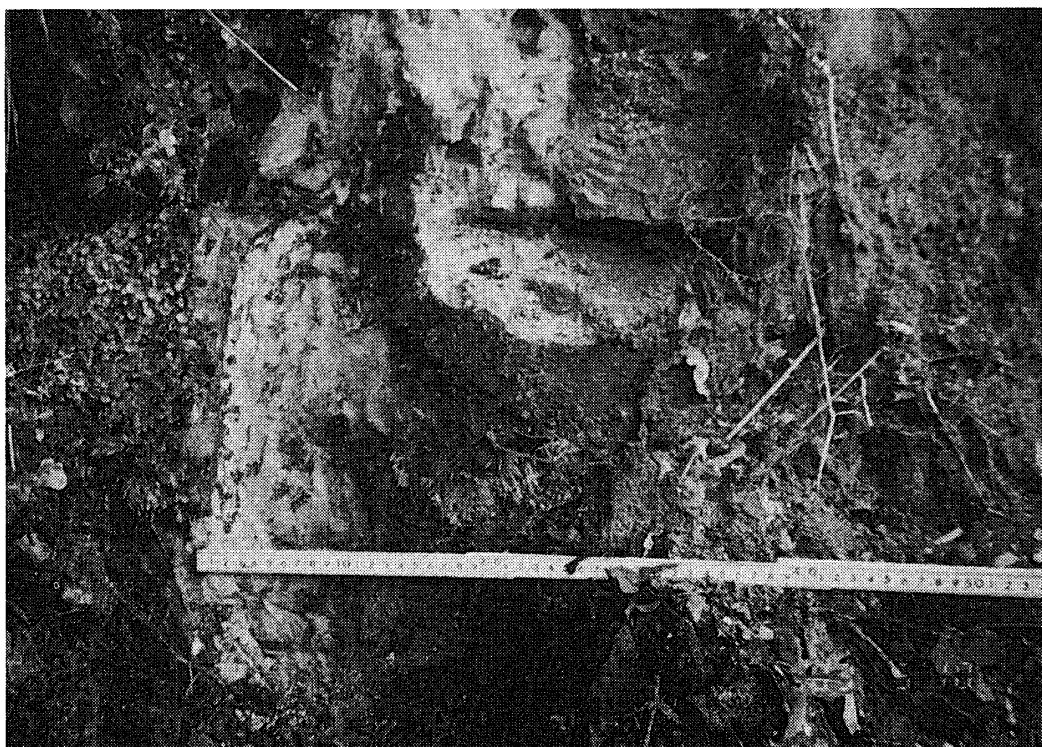


Fig.25. Field occurrence of the Ztg-1 Tephra Bed at Shimoaida. The Ztg-1 is 12cm thick (right upwards).

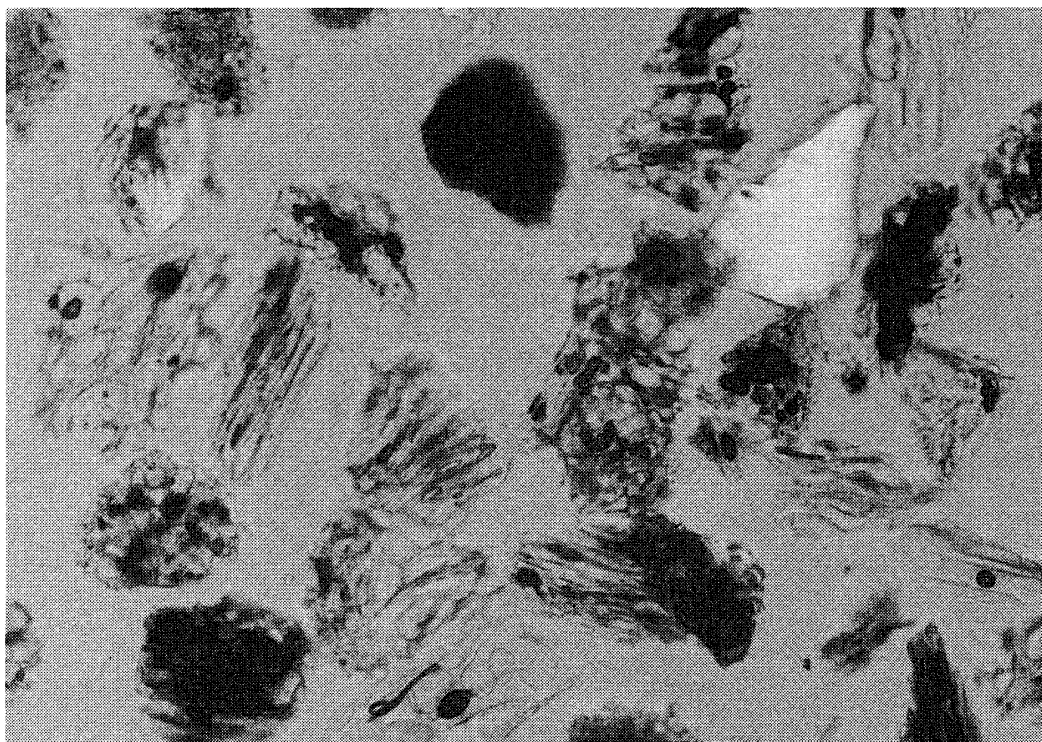


Fig.26. Components of the Ztg Tephra at west of the Sochi Pass, Kashiwazaki City. Micropumice type glass shards are characteristic.

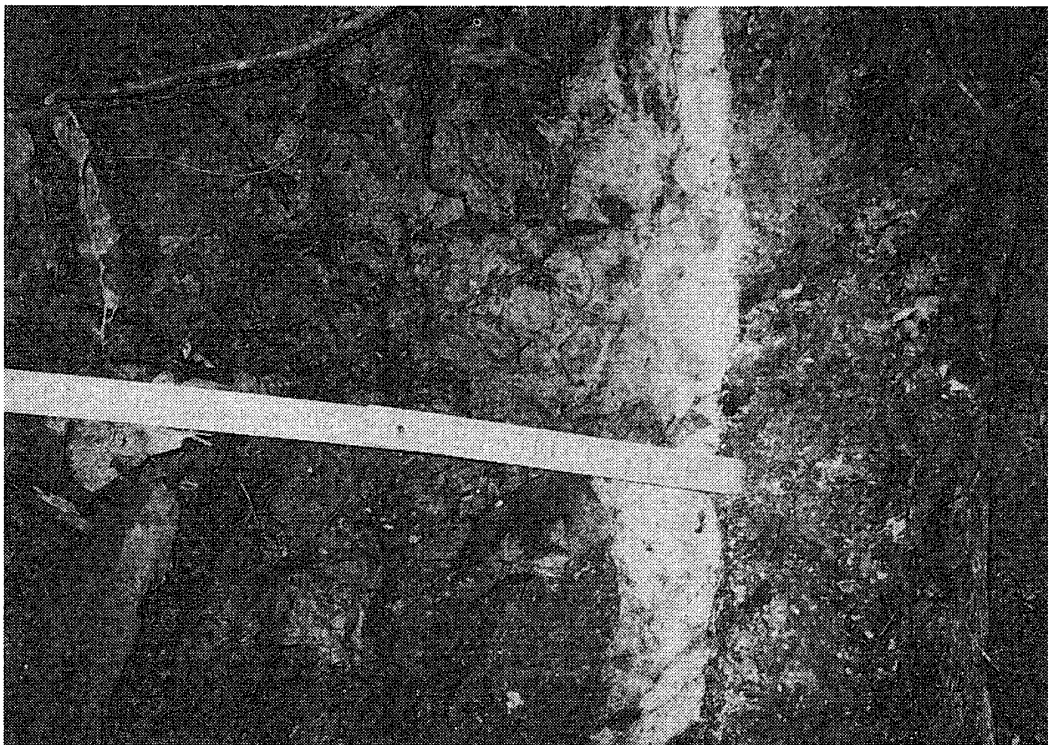


Fig.27. Field occurrence of the Ztg-3 Tephra Bed at Shimoaida. The Ztg-3 is 7cm thick (left upwards).

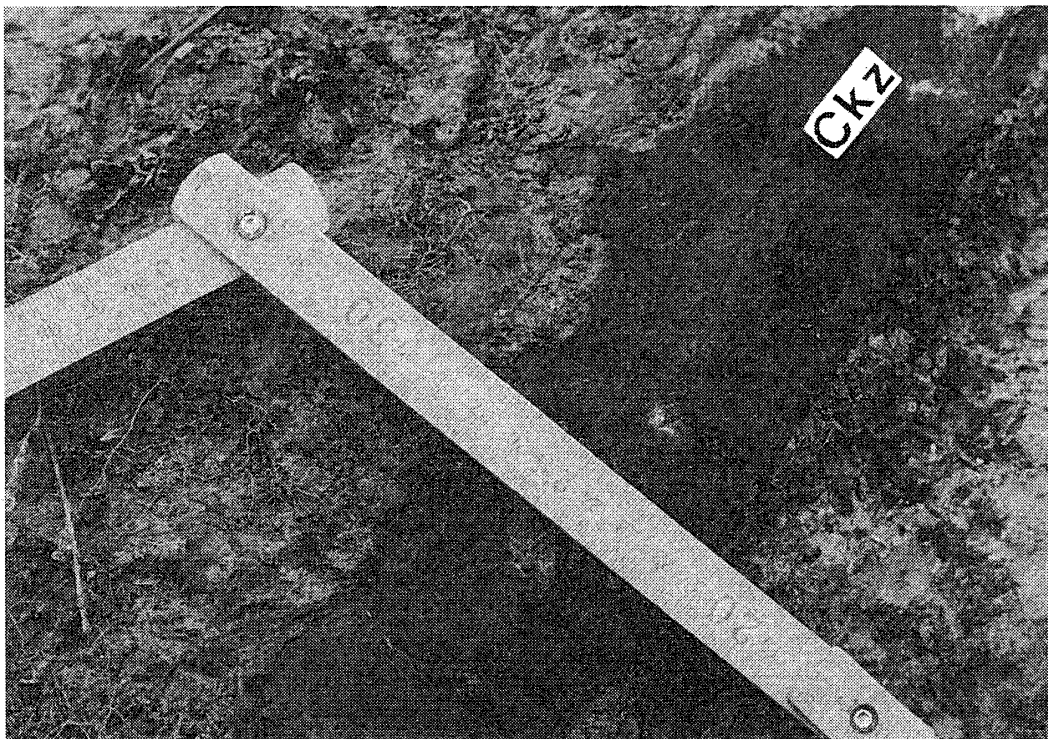


Fig.28. Field occurrence of the Ckz-1 Tephra Bed at west of the Sochi Pass, Kashiwazaki City (7cm thick). Ckz Tephra is composed of melanocratic andesitic volcanic sands (Kurokawa et al.,1992b).

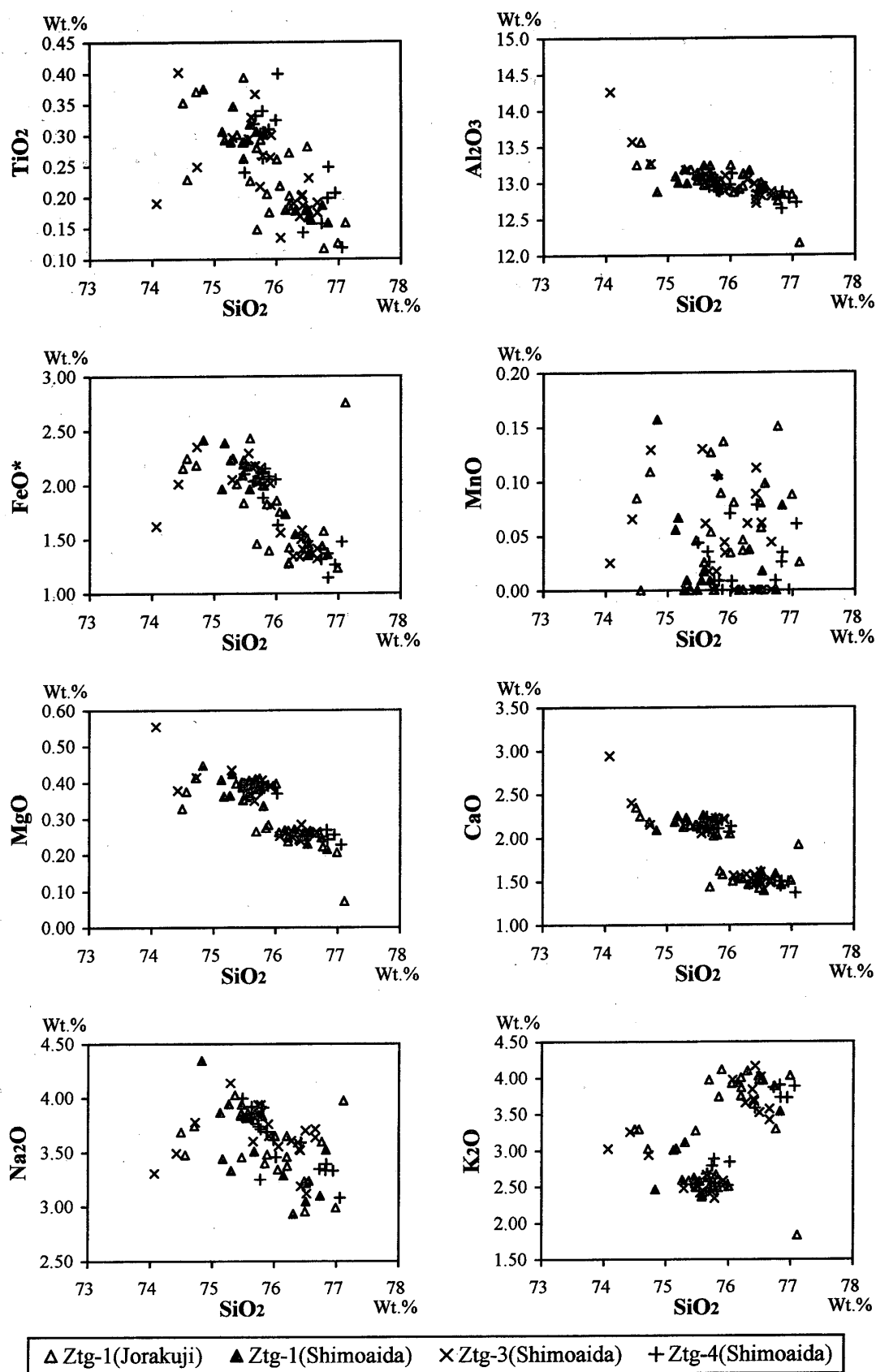


Fig.29. Chemical composition of glass shards of the Ztg-1, Ztg-2 and Ztg-3 Tephra Beds in the Shiya Formation. They show similar composition and remarkable bimodal character.

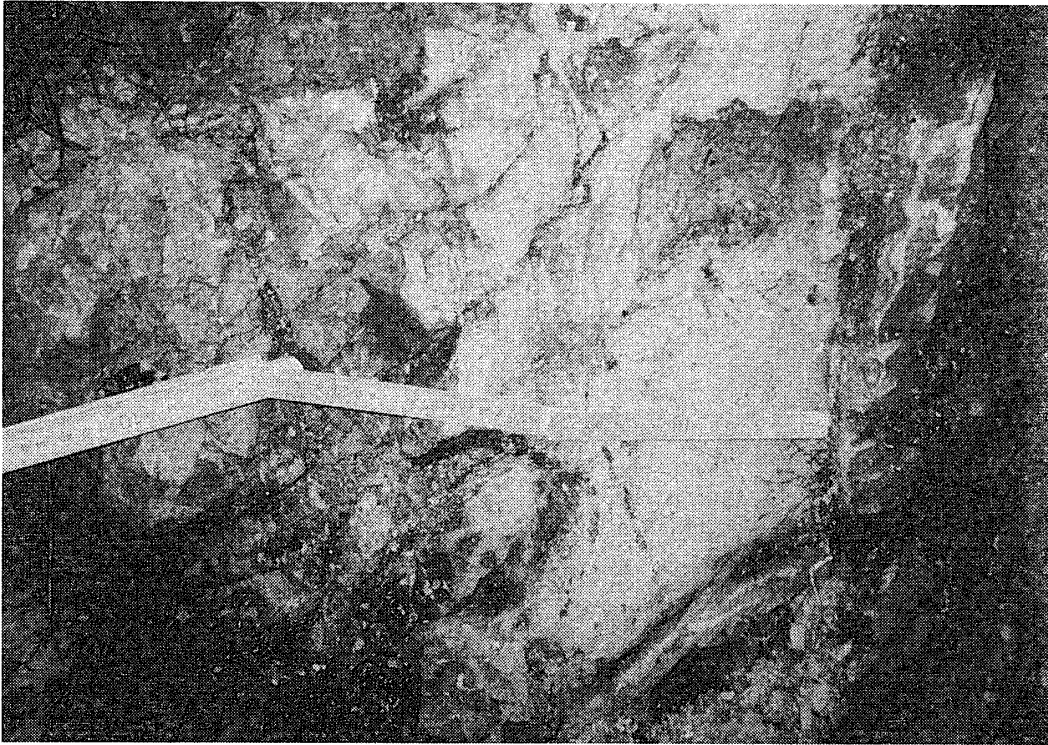


Fig.30. Field occurrence of the Job Tephra Bed at Jorakuji. The Job is 20cm thick.



Fig.31. Components of the Job Tephra at Jorakuji. Platy and bubble-junction type glass shards are characteristic. High-quartz crystal is contained.

ド、りん灰石、ジルコン、トレモラ閃石を含む。

〔火山ガラスの化学組成〕Fig. 36に示した。FeOが1.3–2.6%程度と比較的高い値を示す。またK₂Oは1.5–3.5%程度である。

15. 下相田パミス質下テフラ層 (Simpl) (新称)

〔模式地〕出雲崎町下相田ルート。

〔層準・産状〕出雲崎町下相田ルートにおいて、Ztg-4テフラ層の7m上位に挟在し、層厚20cm。白色ガラス質テフラ層で、極細粒砂からシルトサイズに級化する (Fig. 32)。

〔記載岩石学的特徴〕ガラスはHa、Hb型が多く、平板状のものも見られるが、Tb型も含まれる (Fig. 33)。やや多く褐色ガラスを含む。有色鉱物は斜方輝石、ホルンブレンド、黒雲母、単斜輝石とチタン鉄鉱を含む。

〔火山ガラスの化学組成〕Fig. 36に示した。TiO₂が0.12–0.32%、MgOが0.17–0.23%と比較的高い値を示す。K₂Oは2.4–3.6%程度である。

16. 下相田パミス質テフラ層 (Simp) (新称)

〔模式地〕出雲崎町下相田ルート。

〔層準・産状〕出雲崎町下相田ルートにおいて、Simplテフラ層の250cm上位に挟在する。白色パミス質ないしガラス質テフラ層で、層厚100cm (Fig. 34)。細粒砂サイズから中粒砂サイズへ、そしてシルトサイズへと逆一正級化し、中部には径2mm前後のパミス片を含む。最上部には平行ラミナが認められる。このような産状から、Simpは海底を流れ下って堆積した重力流堆積物であると考えられる。

〔記載岩石学的特徴〕ガラスはHb、Ha、Tb型が多い (Fig. 35)。やや多くの褐色ガラスと少量の高温型石英を含む。有色鉱物は斜方輝石、ホルンブレンド、単斜輝石、チタン鉄鉱、黒雲母のほか少量のジルコンを含む。

〔火山ガラスの化学組成〕Fig. 36に示した。ガラスの組成はSimplと類似した値を示す。K₂Oは2.3–2.8%程度である。

17. 下相田上テフラ層 (Simu) (新称)

〔模式地〕出雲崎町下相田ルート。

〔層準・産状〕出雲崎町下相田ルートにおいて、Simpテフラ層の2m上位に挟在する。白色のガラス質テフラ層で、層厚40cm (Fig. 37)。細粒砂サイズから極細粒砂サイズへ級化し、偽礫を含む。

〔記載岩石学的特徴〕ガラスは扁平型と多孔質型が

多いが、ガラス質火山岩片もかなり含まれる (Fig. 38)。少量の褐色ガラスを含む。有色鉱物はホルンブレンド、黒雲母、斜方輝石と少量の単斜輝石を含む。

18. オバコガラス質テフラ層 (Obg) (黒川ほか、1987)

〔模式地〕西山油帯の寺泊町山田北方600mの海岸沿い。

〔層準・分布・産状〕西山油帯ではKmテフラ層の80m程度上位に挟在する。細粒砂ないしシルトサイズのガラス質テフラ層で、層厚13cm (Fig. 39)。出雲崎町下相田ルートでは、Simuテフラ層に小断層で接触してその上位に見出される。Cbgの約30m下位。青白色のガラス質テフラ層で、層厚18cm (Fig. 41, Fig. 44)。極細粒砂サイズからシルトサイズへ級化する。

下相田では沢の中のほか道沿いにも露出する。

〔記載岩石学的特徴〕西山油帯のもの (Fig. 40) も下相田のもの (Fig. 42) もガラスはCb、Hb、Tb、Ha型が多い。有色鉱物は黒雲母とホルンブレンドが多く、ホルンブレンドは褐色のものが多いが、青緑色のものも少量見られる。ほかに斜方輝石、単斜輝石、ジルコンとりん灰石を含む。

〔火山ガラスの化学組成〕Fig. 24に示したように、CaOが低い (0.35–0.45%)。このような特徴は模式地のガラスの組成でも確認できる。下相田のObgのガラスの分析値をTable 1に表示した。

19. オバコパミス質テフラ層 (Obp) (黒川ほか、1987)

〔模式地〕西山油帯の寺泊町山田北方600mの海岸沿い。

〔層準・分布・産状〕模式地において、Obgの5m上位に見出される。径2–4cmのパミス片をラミナ状に含むテフラ層で、層厚52cm。中央油帯の出雲崎町下相田ルートでは、Obgの6m上位に挟在し、極細粒砂からシルトサイズに級化する白色ガラス質テフラ (層厚15cm) (Obps) がこの層準に相当する。また寺泊町郷本川ルートではKm-2の80m上位、Gsrの50m下位の椎谷層上部に郷本川姉妹タフ (Gms) (徳橋ほか、1999) が挟在する。Gmsは極細粒砂サイズガラス質のGms-1 (姉) (層厚16cm) とその20cm上位のGms-2 (妹) (層厚8cm) からなる。Gmsもその挟在層準と記載岩石学的特徴からObpの層準に相当すると考えられる。

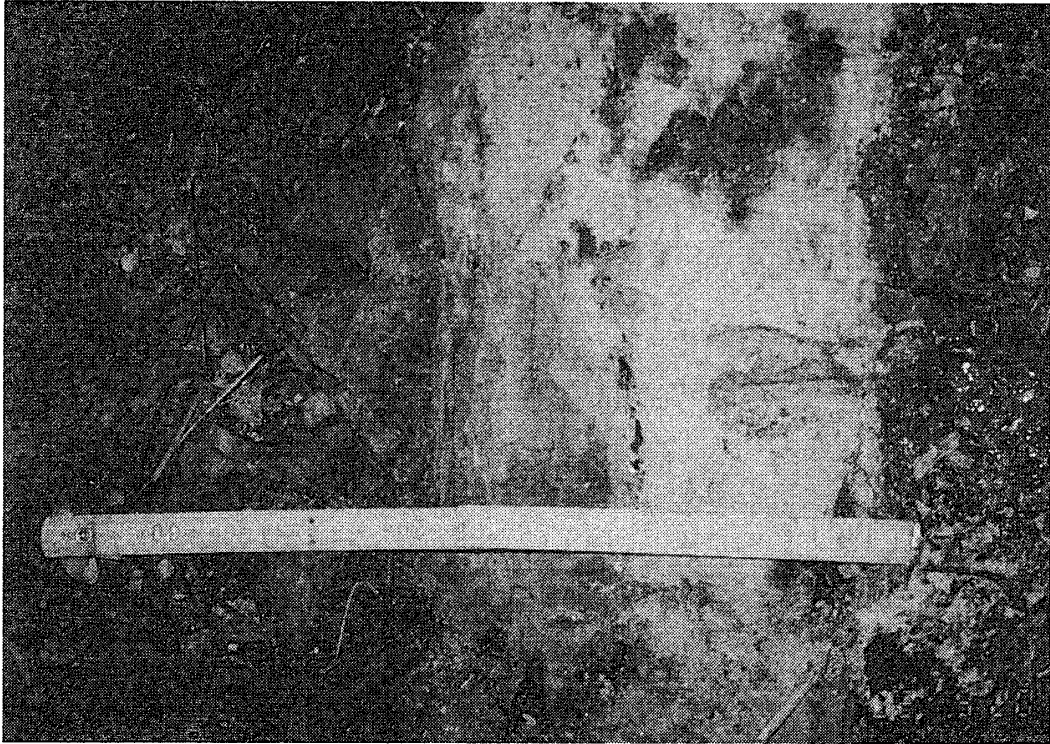


Fig.32. Field occurrence of the Simpl Tephra Bed at Shimoaida. The Simpl is 20cm thick (left upwards).

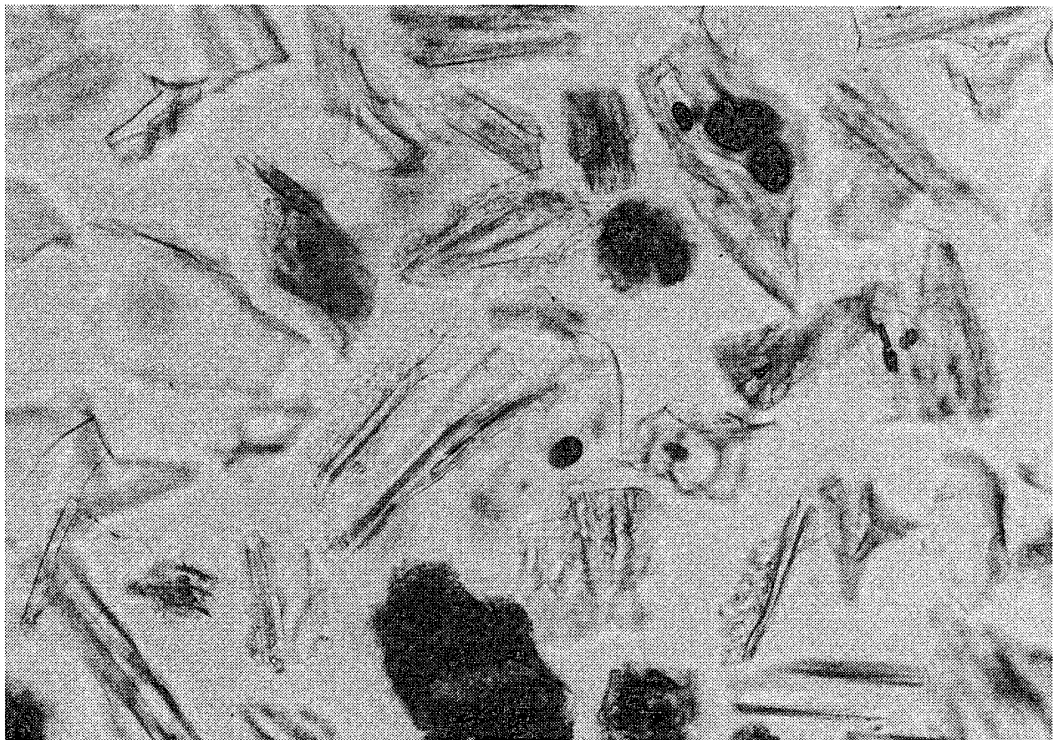


Fig.33. Components of the Simpl Tephra Bed at Shimoaida. Platy glass shards predominate.



Fig.34. Field occurrence of the Simp Tephra Bed at Shimoaida. The Simp is 100cm thick and shows turbidite sequence (left upwards).

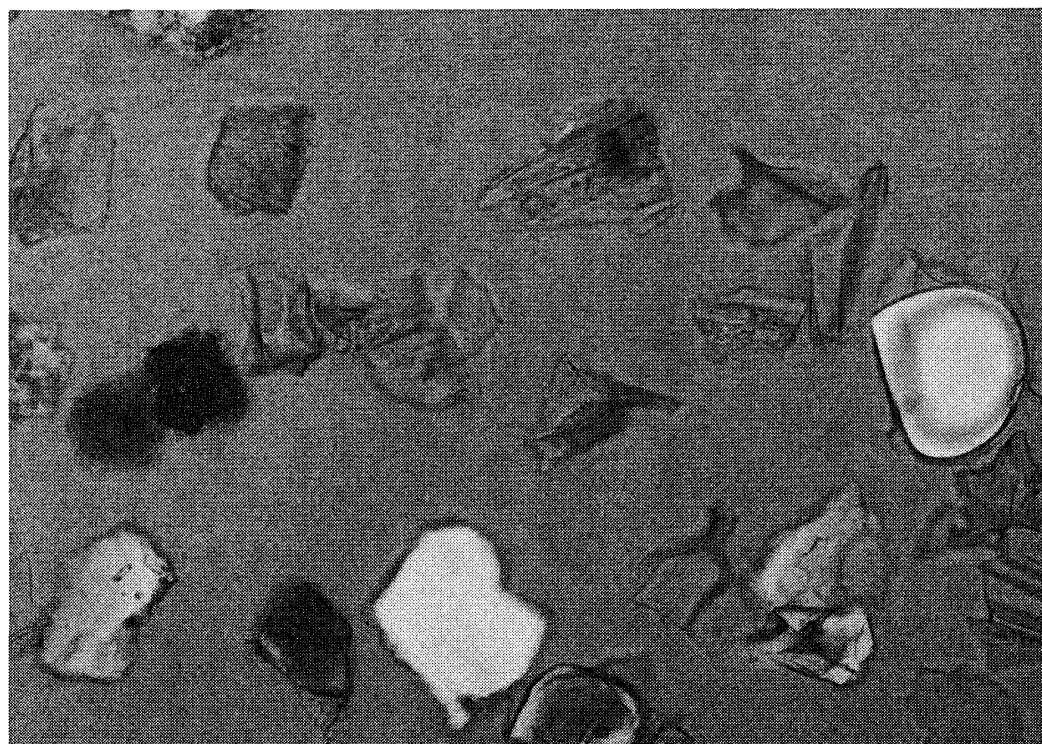


Fig.35. Components of the Simp Tephra Bed at Shimoaida. Platy glass shards predominate and high-quartz is contained.

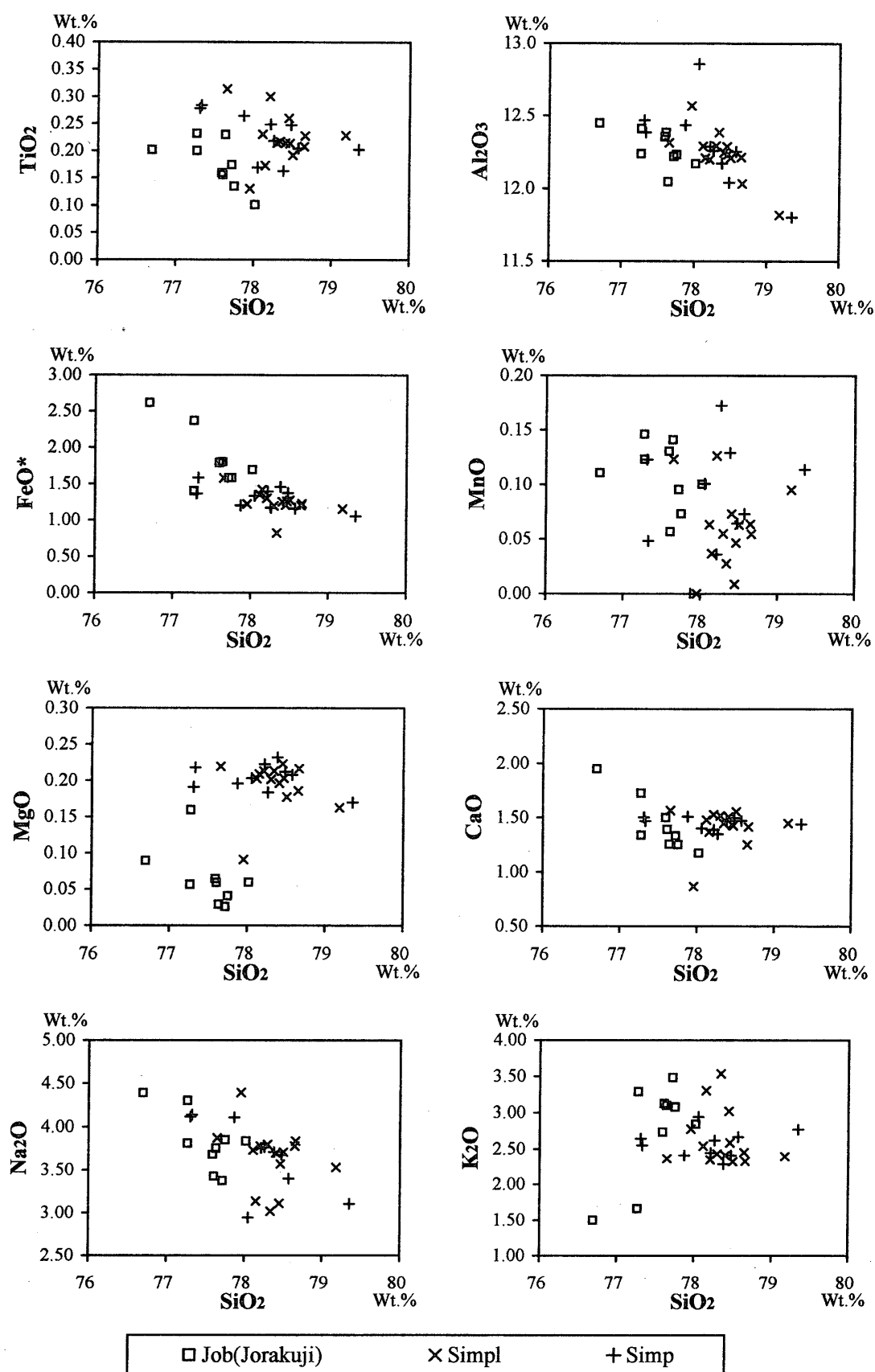


Fig.36. Chemical composition of glass shards of the Job Tephra at Jorakuji and Simpl and Simp Tephras at Shimoaida in the Shiiya Formation.

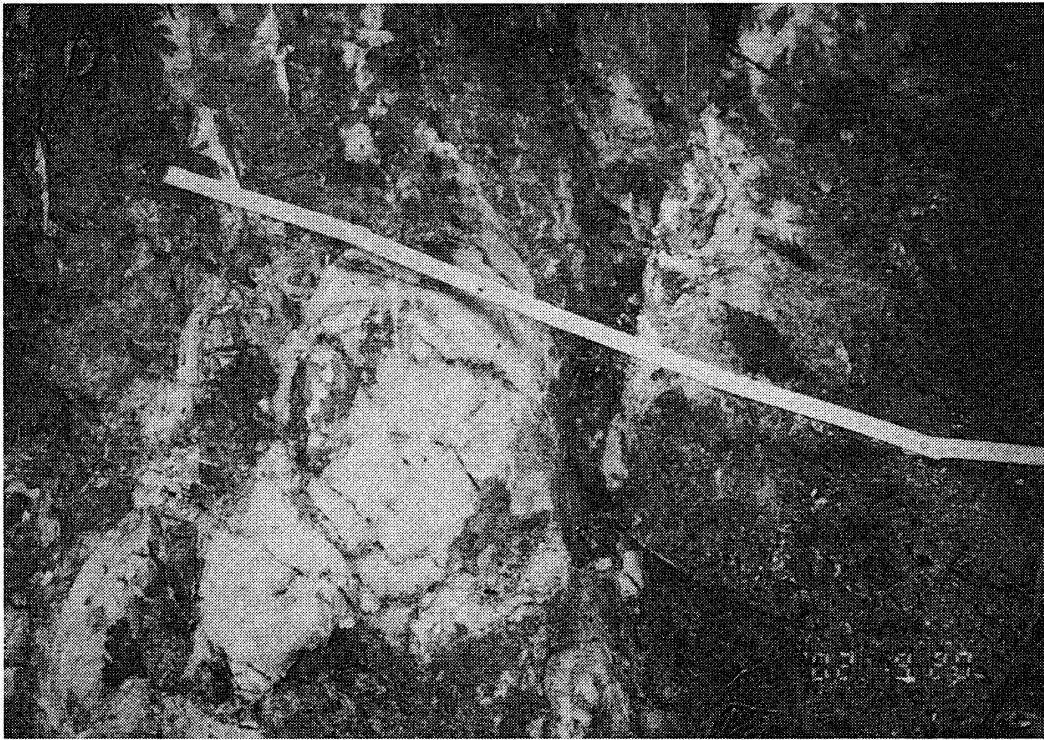


Fig.37. Field occurrence of the Simu Tephra Bed (left, 40cm thick) and the Obg Tephra Bed (right, 18cm thick) in the Shiiya Formation at Shimoaida (right upwards).

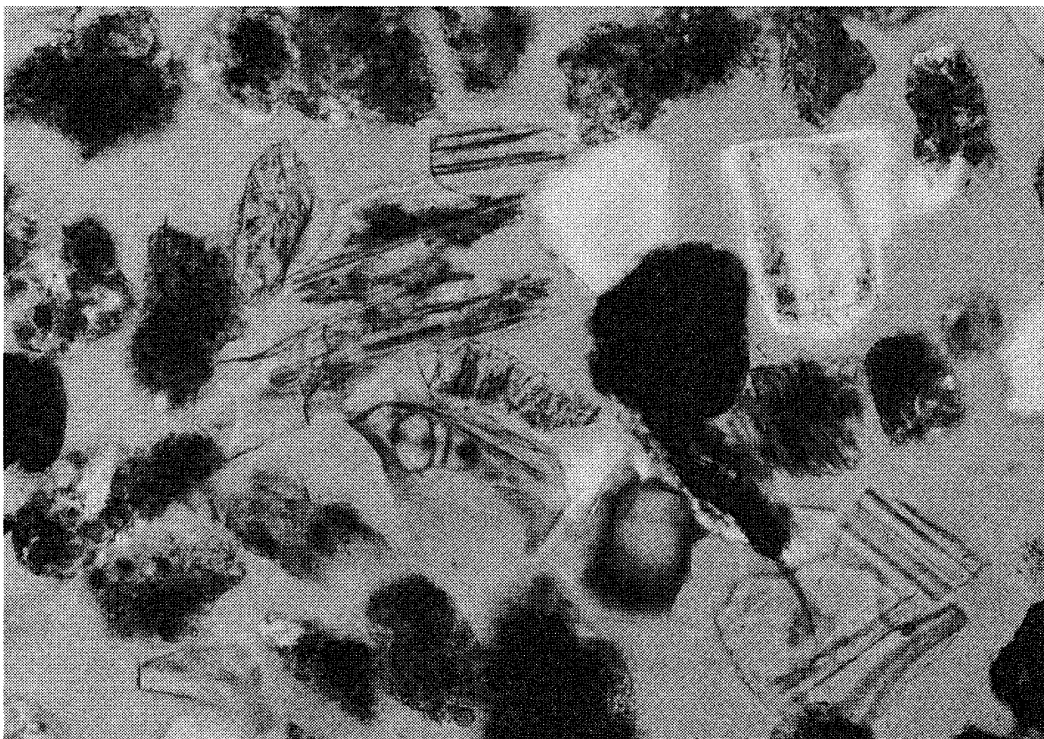


Fig.38. Components of the Simu Tephra at Shimoaida. Volcanic rock fragments are contained.

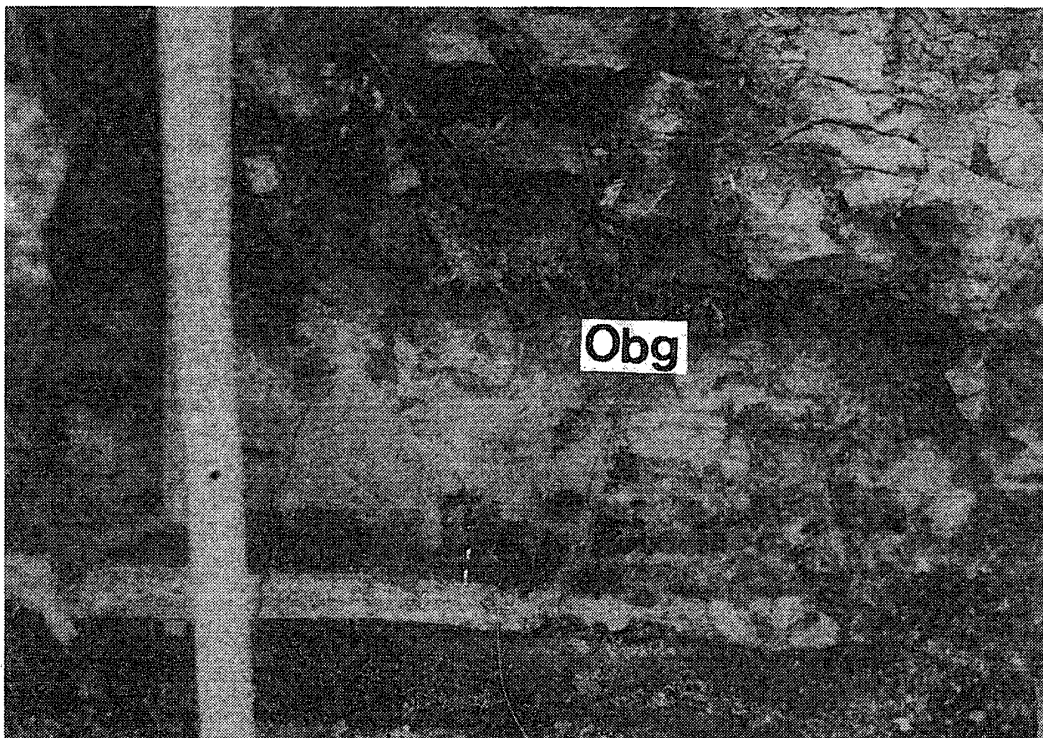


Fig.39. Field occurrence of the Obg Tephra Bed at Yamada, Teradomari Town in the Nishiyama Oil Field (13cm thick)(Kurokawa et al,1992a).

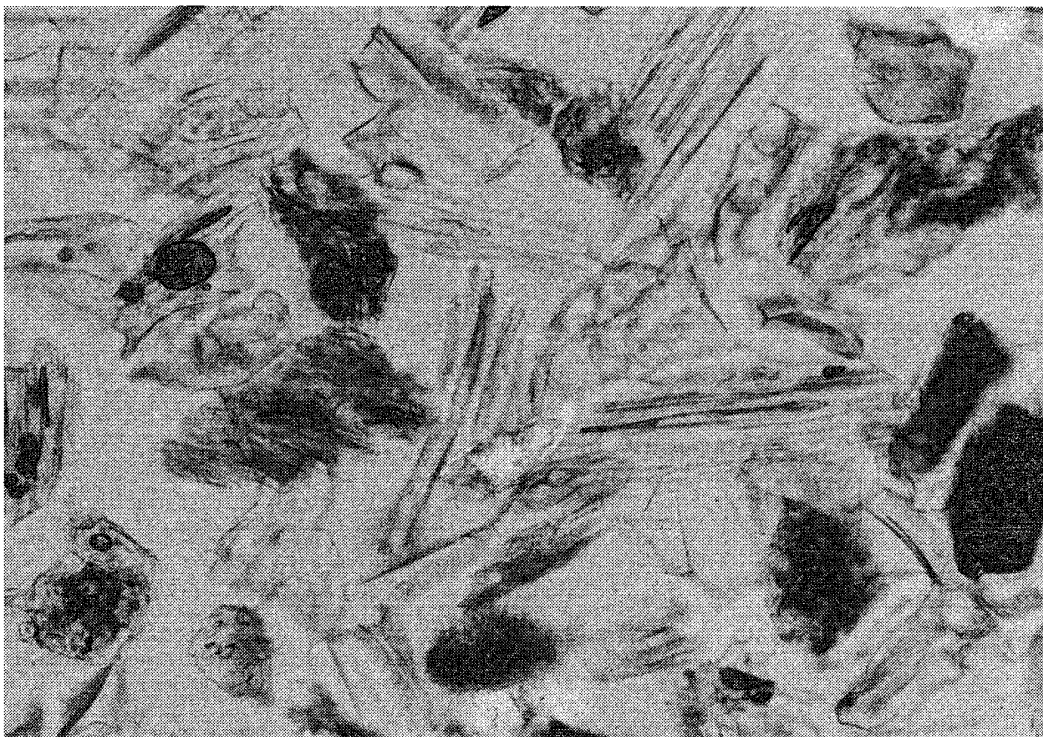


Fig.40. Components of the Obg Tephra at Yamada, at its type locality. Platy and fiber glass shards predominate.

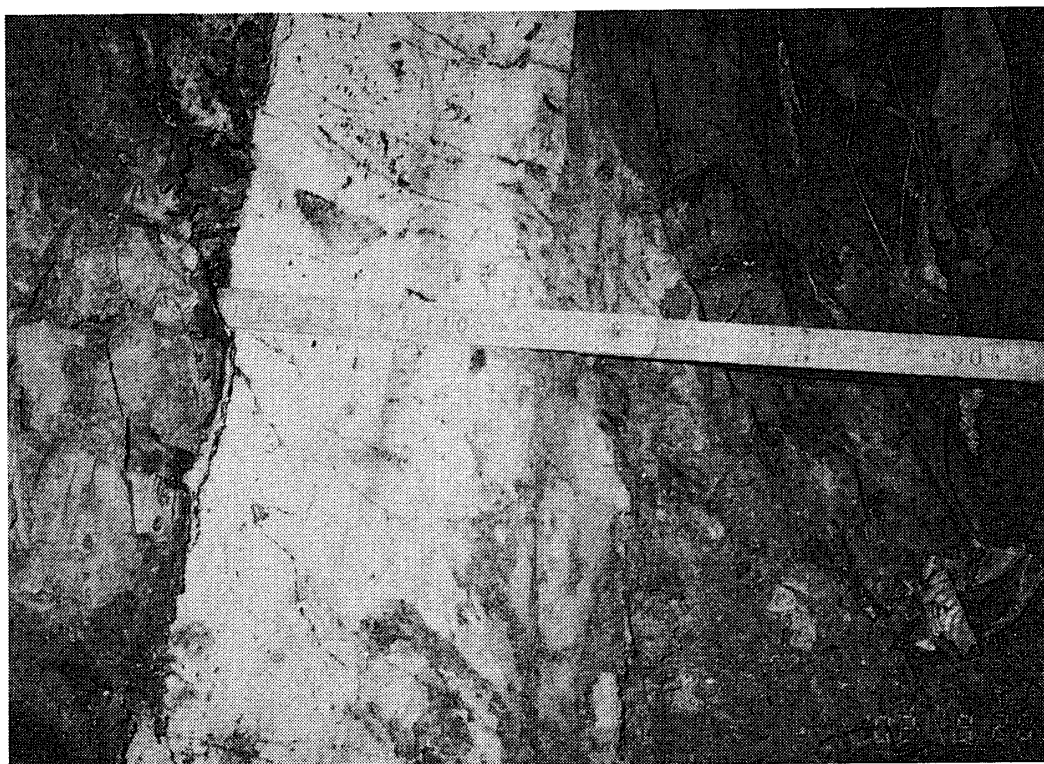


Fig.41. Field occurrence of the Obg Tephra Bed at Shimoaida, Izumozaki Town in the Chuo Oil Field (18cm thick)(right upwards).

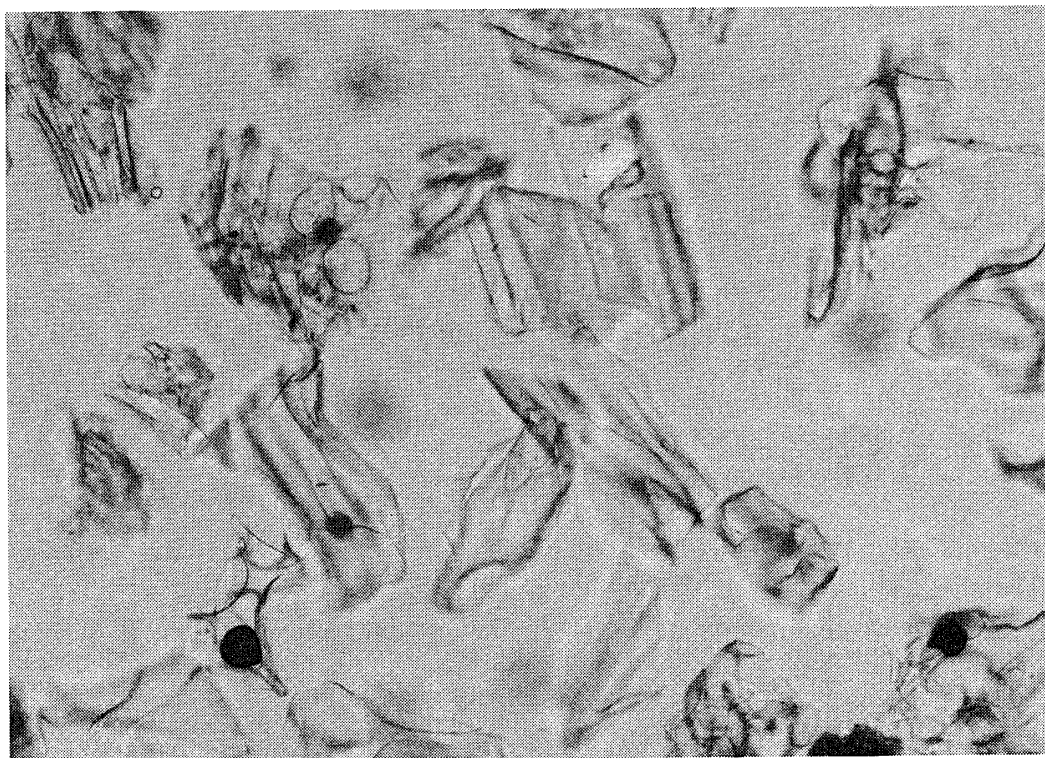


Fig.42. Components of the Obg Tephra at Shimoaida. Platy and fiber glass shards predominate.

Table 1. Chemical composition of glass shards of the Obg Tephra in the upper Shiiya Formation at Shimoaida, Izumozaki Town. Average is shown in bottom right.

Sample name	Obg (Shimoaida)										
SiO ₂	68.61	69.26	69.82	69.52	68.15	69.30	68.51	69.54	68.48	68.93	69.48
TiO ₂	0.10	0.10	0.06	0.08	0.08	0.05	0.04	0.13	0.13	0.10	0.17
Al ₂ O ₃	11.61	11.74	12.15	12.12	11.91	12.27	11.77	11.64	12.20	11.84	11.90
FeO*	1.08	0.93	1.02	1.13	1.06	1.25	1.25	0.97	1.04	1.19	1.16
MnO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
MgO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00
CaO	0.28	0.34	0.38	0.41	0.36	0.40	0.42	0.41	0.38	0.38	0.35
Na ₂ O	3.53	3.41	3.68	3.73	3.43	3.71	3.58	3.08	3.49	3.65	3.14
K ₂ O	4.63	4.26	4.69	4.54	4.50	4.64	4.63	4.38	4.68	4.53	4.43
Total	89.85	90.04	91.81	91.53	89.49	91.70	90.20	90.16	90.42	90.64	90.63

SiO ₂	76.36	76.92	76.05	75.95	76.16	75.57	75.95	77.13	75.74	76.04	76.66
TiO ₂	0.11	0.12	0.07	0.08	0.08	0.06	0.04	0.14	0.14	0.10	0.19
Al ₂ O ₃	12.92	13.04	13.23	13.25	13.30	13.38	13.04	12.91	13.50	13.06	13.13
FeO*	1.21	1.04	1.11	1.23	1.18	1.36	1.39	1.07	1.15	1.32	1.28
MnO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
MgO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.01	0.02	0.03	0.00	0.00
CaO	0.31	0.37	0.42	0.45	0.40	0.44	0.46	0.46	0.42	0.42	0.39
Na ₂ O	3.93	3.78	4.01	4.08	3.83	4.04	3.97	3.41	3.86	4.03	3.47
K ₂ O	5.15	4.73	5.11	4.96	5.02	5.06	5.14	4.86	5.18	5.00	4.88
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* : Total as FeO

Sample name	Obg (Shimoaida)									Ave.
SiO ₂	67.94	69.27	68.92	67.79	68.46	68.25	68.06	69.27	69.25	68.84
TiO ₂	0.10	0.07	0.07	0.15	0.08	0.12	0.09	0.08	0.07	0.09
Al ₂ O ₃	11.73	11.72	12.20	11.88	11.73	11.98	12.19	12.00	12.02	11.93
FeO*	1.02	1.19	1.15	1.10	1.00	1.07	1.03	1.02	1.04	1.08
MnO	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01
MgO	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01
CaO	0.32	0.38	0.37	0.37	0.35	0.40	0.40	0.37	0.33	0.37
Na ₂ O	3.61	3.40	3.91	3.71	3.47	3.31	3.69	3.02	3.58	3.51
K ₂ O	4.42	4.31	4.45	4.40	4.57	4.46	4.67	3.83	4.70	4.49
Total	89.15	90.32	91.09	89.41	89.64	89.68	90.16	89.58	90.98	90.32

SiO ₂	76.21	76.69	75.66	75.82	76.37	76.11	75.49	77.32	76.11	76.22
TiO ₂	0.11	0.08	0.08	0.17	0.09	0.14	0.10	0.09	0.08	0.10
Al ₂ O ₃	13.15	12.97	13.40	13.29	13.08	13.36	13.52	13.40	13.21	13.21
FeO*	1.14	1.31	1.26	1.23	1.12	1.20	1.14	1.14	1.14	1.20
MnO	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01
MgO	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.01
CaO	0.35	0.42	0.41	0.41	0.38	0.45	0.44	0.42	0.36	0.41
Na ₂ O	4.05	3.76	4.29	4.15	3.87	3.69	4.09	3.37	3.94	3.88
K ₂ O	4.95	4.77	4.88	4.92	5.09	4.98	5.18	4.27	5.17	4.97
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* : Total as FeO

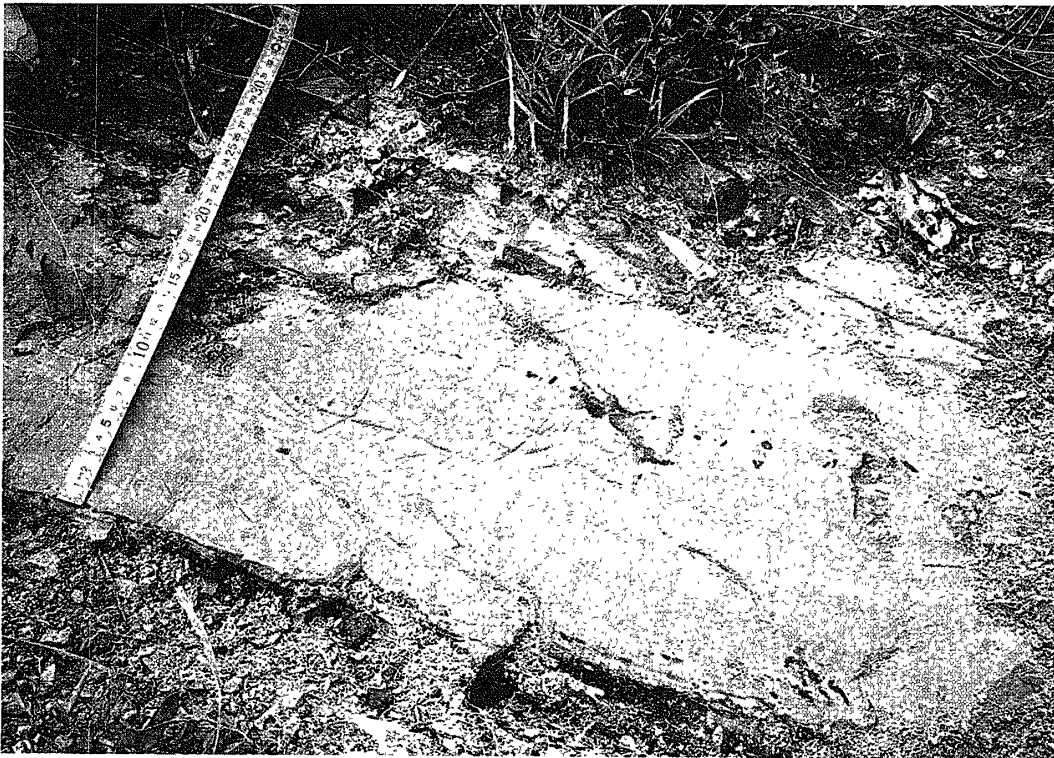


Fig.43. Field occurrence of the Cbg Tephra Bed in the uppermost Shiiya Formation at Gomoto, Teradomari Town in the Nishiyama Oil Field. The Cbg (Gsr) Tephra is bluish in color and 25cm thick.

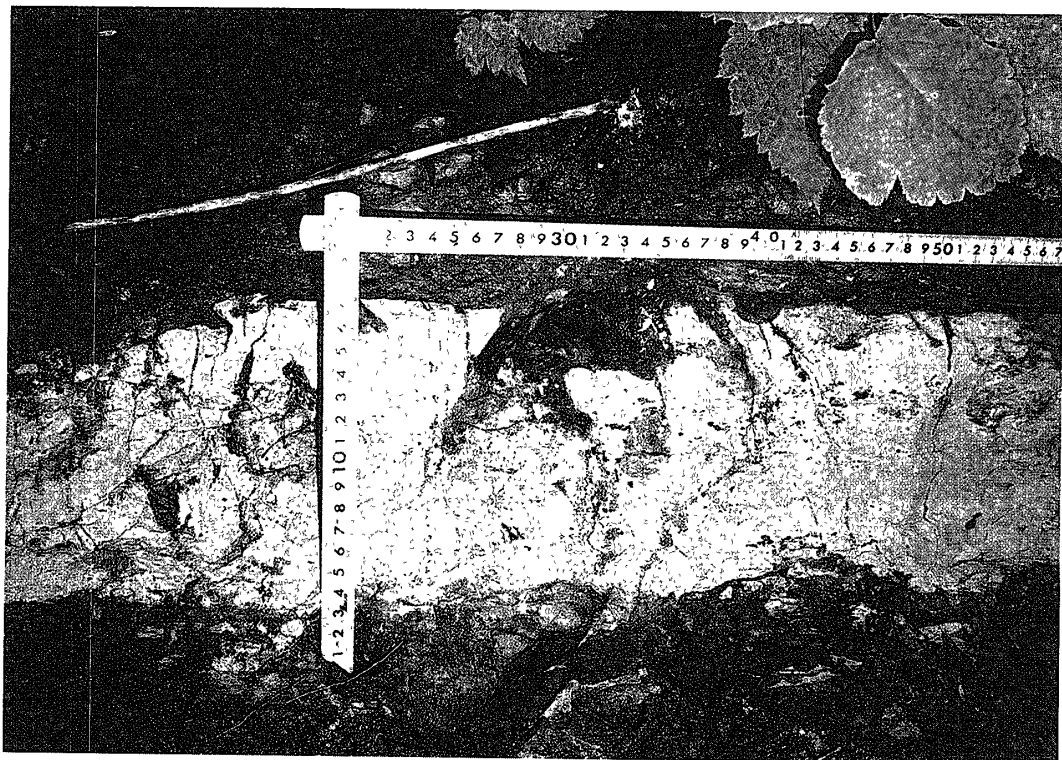


Fig.44. Field occurrence of the Obg Tephra Bed in the upper Shiiya Formation at Shimoaida, Izumozaki Town in the Chuo Oil Field. The Obg Tephra Bed is 18cm thick and partly bluish colored (actual outcrop is almost vertical as shown in Fig.41).

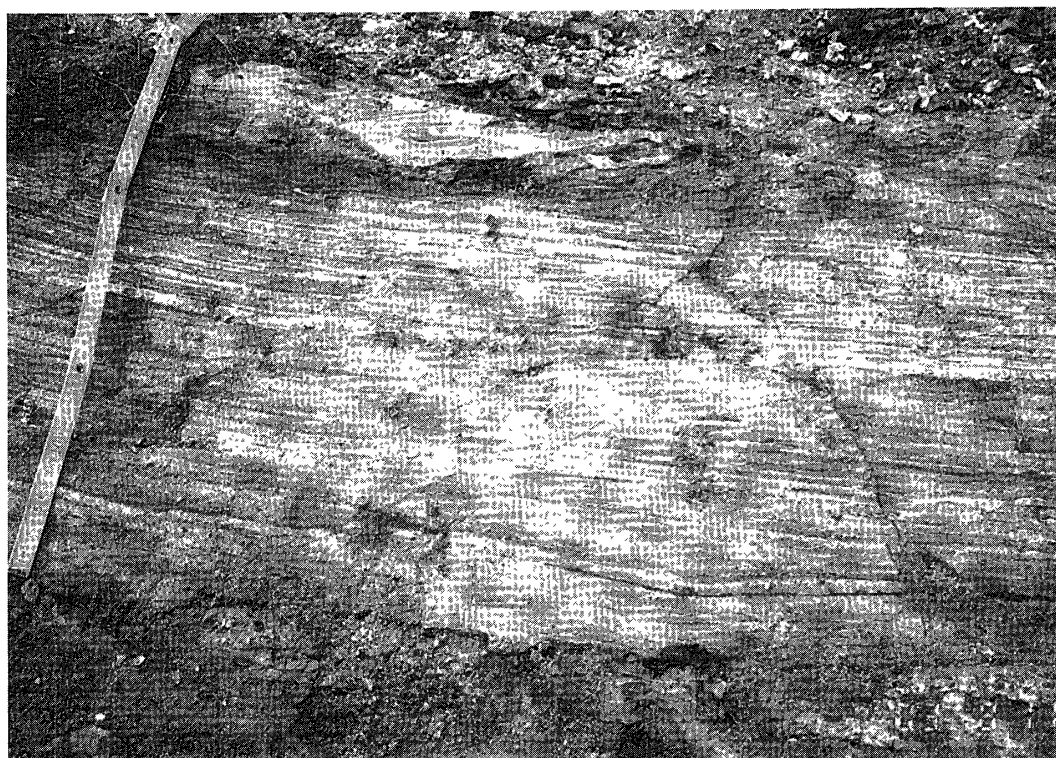


Fig.45. Field occurrence of the Nlg-2 Tephra Bed in the uppermost Shiya Formation at Gomoto, Teradomari Town. The Nlg-2 (Zc) Tephra is 45cm thick and remarkably laminated.

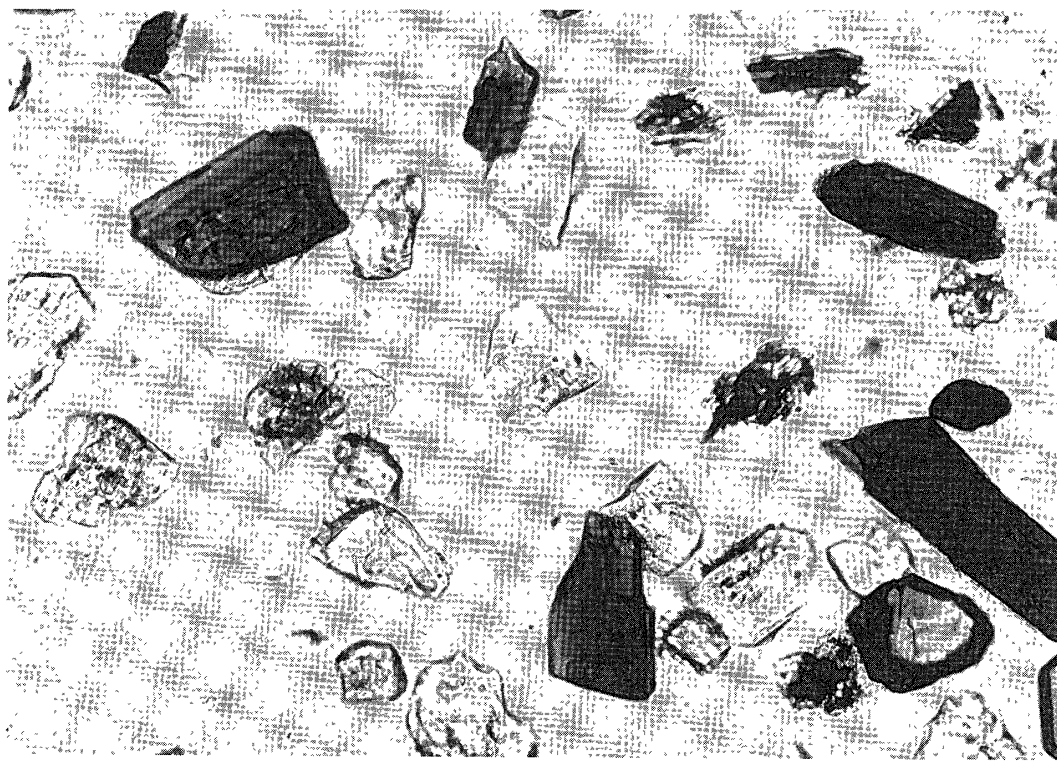


Fig.46. Components of the Nlg-2 Tephra Bed at Chuei in the Chuo Oil Field (55cm thick). Hornblende crystals are abundant and apatite is associated (bottom right).

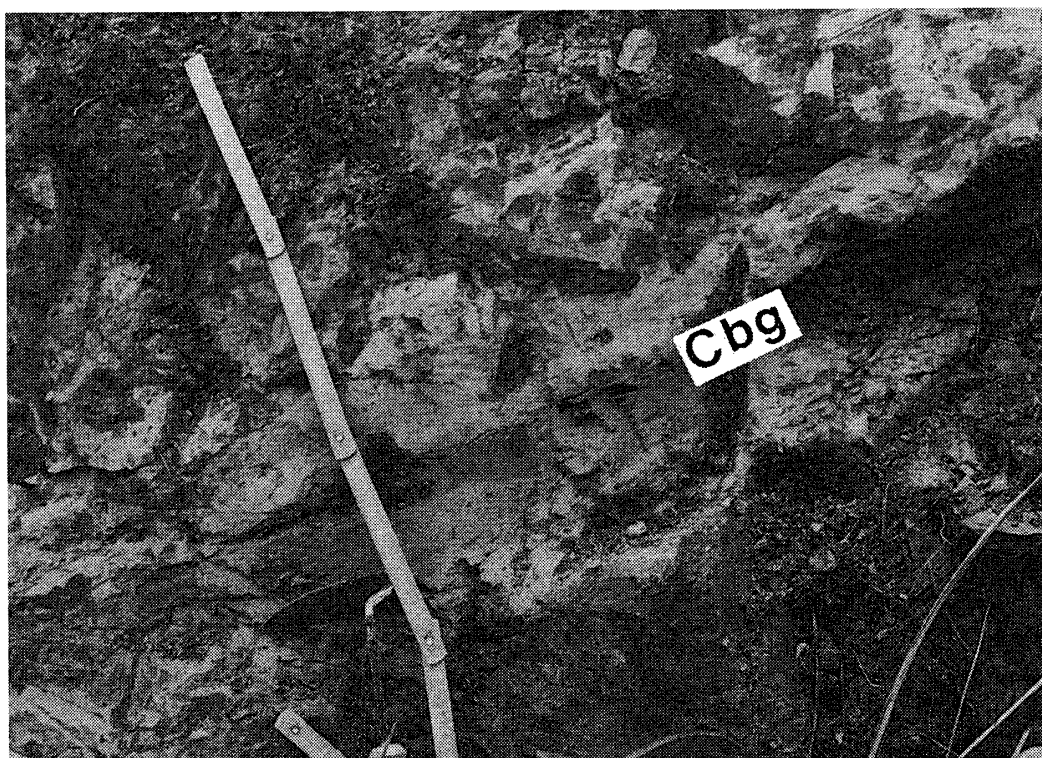


Fig.47. Field occurrence of the Cbg Tephra Bed at west of the Sochi Pass, Kashiwazaki City (24cm thick) (Kurokawa et al.,1992b).

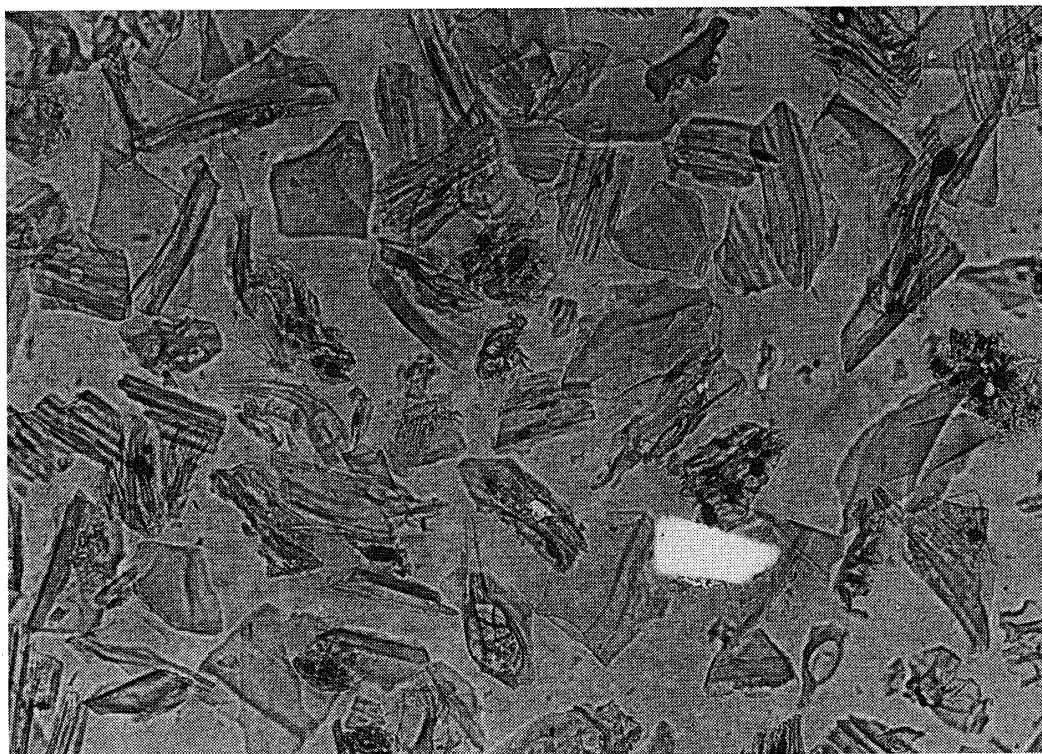


Fig.48. Components of the Cbg Tephra at Katsurazawa, Izumozaki Town in the Chuo Oil Field. Thin platy and fibrously vesiculated glass shards are characteristic.

Table 2. Chemical composition of glass shards of the Cbg Tephra in the uppermost Shiiya Formation at Gomoto, Teradomari Town. Average is also shown.

[illegible]

* : Total as FeO

[illegible]

* : Total as FeO

〔記載岩石学的特徴〕模式地のObpは多孔質型ガラスが多く、少量の褐色ガラスないしガラス質火山岩片を含む。有色鉱物はホルンブレンド、斜方輝石、鉄鉱物、単斜輝石が多い。下相田のObpsは、やや薄手の多孔質型ガラスが多く、ほかに扁平型も含まれる。少量の褐色ガラスを含む。有色鉱物は斜方輝石、ホルンブレンド、鉄鉱物が多く、ほかに単斜輝石、褐れん石、ジルコンを含む。Gms-1はやや薄手の多孔質型ガラスが多いが、扁平型も含まれる。少量の褐色ガラスを含む。有色鉱物は斜方輝石と単斜輝石が多く、少量の鉄鉱物とホルンブレンドを含む。Gms-2はガラス質火山岩片が多く、有色鉱物に黒雲母が多い。

20. 夏戸ラミネイティッドゴマシオテフラ群 (Nlg) (黒川ほか、1987)

〔模式地〕寺泊町夏戸

〔層準・分布・産状〕椎谷層上部。ホルンブレンドの結晶に富むラミナの発達したテフラ層で、模式地では4層の組層である。寺泊町夏戸から志戸橋南方まで、西山油帯北部でよく連続する。郷本川ルートにおいて、Km-1の135m上位に挟在する座長タフ (Zc) (層厚45cm) (Fig. 45) (徳橋ほか、1999) もNlg (Nlg-2) に対比される。またZcの60cm下位の踊り子姉妹タフ (Osm)、および380cm下位のゴマシオ状テフラ層 (層厚15cm) (Nlg-1) およびZc直上のフジ三姉妹タフ (Fms) やその約5m上位の郷本兄弟タフ (Gkd-1, Gkd-2) はいずれもホルンブレンド結晶を多く含むガラス結晶質テフラ層で、Nlgに対比される。兄 (Gkd-1) (層厚73cm) がNlg-3に、弟 (Gkd-2) (層厚26cm) がNlg-4に相当する。中央油帯では出雲崎町吉川から小木ノ城背斜西翼では西山町の北陸自動車道下まで、東翼では西山町妙法寺南方付近の稜線まで追跡される (黒川・沢栗、1990)。中永ルートではスノーシェッド上において、4層組のテフラ層である。Nlg-1 (層厚25cm) の22cm上位にシルト層を挟んでNlg-2 (層厚55cm) が挟在する。その28cm上位にNlg-3 (層厚320cm) が、その35cm上位にNlg-4 (層厚130cm) が挟在する。

〔記載岩石学的特徴〕いずれも火山岩片と斜長石結晶や有色鉱物が多い。含まれるガラスはやや薄手の多孔質型である。有色鉱物はホルンブレンドが多く (Fig. 46)、斜方輝石、単斜輝石、鉄鉱物、酸化ホルンブレンドのほか、黒雲母、りん灰石、カミングトン閃石を含むことがある。

〔火山ガラスの化学組成〕Fig. 19に示した。Nlg-3

とNlg-4とは類似した値を示し、 TiO_2 が0.15–0.35%と比較的高い値を示す。また Na_2O は2.8–3.3%程度、 K_2O は2.7–3.4%程度である。

21. 中永青白色ガラス質テフラ層 (Cbg) (黒川ほか、1989)

〔模式地〕三島町中永のシェッドの上。

〔層準・分布・産状〕椎谷層最上部、Nlg-4の30–700cm上位に挟在する。模式地ではNlgの120cm上位に挟在し、層厚24cm。中央油帯でよく連続し、出雲崎町吉川から小木ノ城背斜東翼では柏崎市菊尾 (吉井黒川ルート) まで、西翼では柏崎市曾地 (層厚24cm) (Fig. 47) まで追跡される (黒川ほか、1992b)。西山油帯では郷本川ルートにおいてZcの6m上位に挟在する郷本白雪姫タフ (Gsr) (徳橋ほか、1999) (層厚25cm) (Fig. 43) がCbgに対比される。やや青味をおびたガラス質テフラ層で、極細粒砂からシルトサイズに級化するユニットが2回繰り返す。下位のユニット (7cm) の基底には弱い平行ラミナが見られる。また上位のユニット (17cm) の基底には弱いクロスラミナが認められる。中永ではNlg-4の120cm上位に挟在し、層厚25cm。その上位の凝灰質シルト層も青みを帯びている。出雲崎町大釜谷では層厚21cmで、その上位にも層厚2–10cmの青灰色ガラス質テフラ層が5層重なる (黒川ほか、1989)。下相田ルートでは道路の曲り角に位置し、層厚12cm。

〔記載岩石学的特徴〕ガラス質で、ガラスは薄手の扁平型とTb型が混在している (Fig. 48)。少量の褐色ガラスを含む。有色鉱物は少ないが、ホルンブレンド、斜方輝石、黒雲母、鉄鉱物、単斜輝石のほか、少量の褐れん石、りん灰石、ジルコン、アルカリ角閃石、電気石を含む。

〔火山ガラスの化学組成〕Fig. 24およびTable 2に示した。後述のようにアルカリとFeO (2.4–2.9%程度) に富み、CaOに乏しいアルカリ流紋岩質の組成を示す。

中央・西山油帯のテフラ層からみた 鮮新世前期の火山活動の変遷

1. 椎谷層の堆積速度とテフラ層の年代の推定

最初に中央・西山油帯における椎谷層のテフラ層の年代を推定する。郷本パミス質テフラ層 (Gtp) の年代については、郷本川ルートにおいて、花方ほか (2001) は *Milliamia echigoensis* の初出現層準の

直上にあることや放散虫化石帯 *Stylocolpium aciculatum* Zone/ *Spongyopora pylomaticus* Zone 境界 (5.2Ma) がGtpテフラ層の前後に推定されることから、その年代を5.2Maかそれよりわずかに新しい程度であると推定している。したがって、本論ではGtpの年代を5.2Maとする。一方、Gtpより上位の椎谷層のテフラ層の年代を推定する確定的なデータはないので、地層の堆積速度からおおよその年代を推定することにする。すなわち、中央油帯の長岡市八石山北の西山層の泥岩層において、約3.9MaとされているZnp (Ylg) テフラ層 (樋口・黒川, 2003) の約27m上位に約3.6MaとされるYmp (Ojw-1) テフラ層 (黒川, 1999) が挟在している (黒川ほか, 2002)。したがってこの間の平均堆積速度は $27\text{m} / 0.3\text{m. y.} = 9\text{cm} / 1000\text{year}$ となる。一方、中央油帯の中永ルートにおいては、Cbgテフラ層の約55m上位に泥岩優勢砂泥互層を挟んでZnp (Ylg) テフラ層が挟在している。中永ルートのCbg-Znp間の堆積速度を八石山北のZnp-Ymp間の堆積速度の1.5倍程度と考えれば、Cbgテフラ層の年代はおおよそ4.3Maと見積もられる。

さて中央油帯の常楽寺ルートや下相田ルートにおいては、Gtpより上位の椎谷層の全層厚は360m前後であり、Km-1 テフラ層はGtpより約300m上位にある。一方、西山油帯の郷本川ルートにおいては、椎谷層の全層厚は300m前後であり、Km-1 テフラ層は椎谷層の基底より約145m上位である。したがって、GtpとKm-1の間の地層の厚さとKm-1より上位の地層の厚さを比べると、中央油帯では $300\text{m} : 60\text{m} = 83 : 17$ であり、西山油帯北部の郷本川ルートでは $115\text{m} : 155\text{m} = 43 : 57$ となり、その比が逆転している。すなわち、Km-1より下位の椎谷層は中央油帯の方が郷本川ルートよりも厚く、Km-1より上位の椎谷層は郷本川ルートの方が厚い。このことは、中央油帯においては椎谷層の層相は泥岩層または泥岩優勢砂泥互層で、おおむね一定した堆積速度が想定される。これに対し、西山油帯の郷本川ルートではKm-1より下位では特に厚い泥流堆積物などによる地層の削剥の可能性も考えられ、またKm-1より上位では主として砂岩優勢砂泥互層であり、西山油帯では、結果としての地層の堆積速度は中央油帯よりも一定していないと考えられる。したがって、今回、椎谷層のテフラ層の年代を推定するのに、中央油帯における椎谷層の堆積速度を一定と仮定して、地層の厚さで按分した。

前述のように、椎谷層の下限の年代は約5.3Ma、

Gtpの年代は約5.2Ma、上限に相当するCbgの年代は約4.3Maと推定される。中央油帯下相田ルートにおいて、GtpからCbgまでの厚さは約360mであり、これから平均堆積速度は $360\text{m} / 0.9\text{m. y.} = 40\text{cm} / 1000\text{year}$ となる。したがってKm-1の年代は4.5Ma前後と推定される。同様にして、Jspは4.85Ma前後、Nobは4.65Ma前後、Cpllは4.55Ma前後、Obgは4.4Ma前後の年代が推定される。一方、西山油帯の郷本川ルートにおいてはKm-1の年代を4.5Maとすると、それより下位の椎谷層のみかけ上の平均堆積速度は $145\text{m} / 0.8\text{m. y.} = 18\text{cm} / 1000\text{year}$ 、Km-1より上位では $140\text{m} / 0.2\text{m. y.} = 70\text{cm} / 1000\text{year}$ となる。またこの平均堆積速度を用いると、Mkpは5.1Ma前後、Smpは4.8Ma前後の年代が推定される。

2. 椎谷期(5.3-4.3Ma)のテフラ層の挟在頻度

中央・西山油帯の椎谷層には、前述のように、20数層のテフラ層が認められる。したがって、その平均挟在頻度は4-5万年に1層ということになる。これをその上位の浜忠期(4.3-3.4Ma)と比べると、浜忠層にはおおよそ10数層のテフラ層が認められることから、6-7万年に1層ということになり、ほぼ同程度であるが、椎谷期のほうがやや多い。なお椎谷期および浜忠期の主なテフラ層の主要有色鉱物、火山ガラスの K_2O 量、および CaO 量をFig. 49に示した。この地域に見られるテフラ層から、椎谷期の前半(約5.3Maから約4.7Ma)と後半(約4.7Maから約4.3Ma)で次のような時間的変遷が読み取れる。

(1) 椎谷期前半(約5.3Maから約4.7Ma)

この期間のテフラ層の挟在頻度は低い。また降下テフラ層はほとんど認められず、海底を流れ下って堆積した厚いテフラ層が特徴的である。主なテフラ層はGtp、Mkp、Jsp、Smpで、おおよそ15万年に1テフラ層(複数のユニット)の頻度となる。岩質的には角閃石類と斜方輝石、それに黒雲母をとまなうテフラが多い。

(2) 椎谷期後半(約4.7Maから約4.3Ma)

この期間のテフラ層の挟在頻度は高く、約40万年間に20層程度が見出される。すなわちその挟在頻度はおおよそ2万年に1層であり、魚沼層群中部累層下半部(約1.6Maから約1.3Ma)の挟在頻度に匹敵する。ただし層厚30cm以下の薄い降下テフラ層が多い。海底を流れ下って堆積したテフラ層はCpll、Simp、Nlgなどで数少ない。

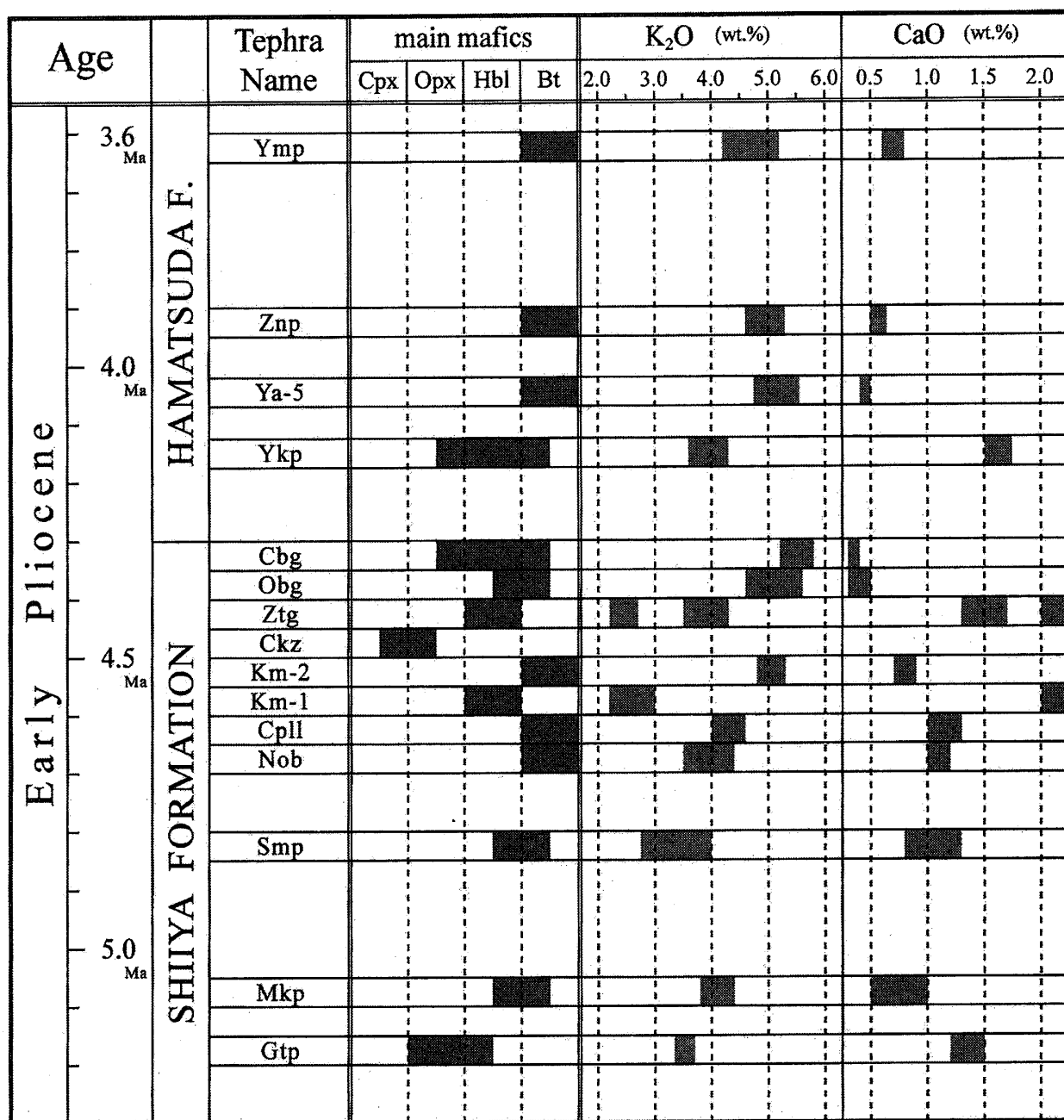


Fig.49. Early Pliocene representative Tephra Beds in the Shiya and Hamatsuda (lower Nishiyama) Formations in the Chuo and Nishiya Oil Fields of central Niigata region. Main constituent mafic minerals and main ranges of the K₂O and CaO contents of glass shards of these tephras are represented.

岩質的にはこの時期になると有色鉱物に黒雲母が多いテフラ層が複数見られるようになり、またホルンブレンドが多いテフラ層も見られるようになる。さらに、椎谷層の最上部には、野外で青みを帯びた特異なアルカリ流紋岩質のCbgテフラ層が見出される。このような色調を示すテフラ層は、新潟地域の鮮新統～下部更新統からは他に知られていない。以下、岩質ごとにその特徴を述べる。

a. 有色鉱物に黒雲母が多いテフラ

これにはNob-1を最初として、Nob-2、Cpll、Km-2、Km-3、Job、Obgが相当し、年代的にはおよそ4.7Maから4.4Maの間にある。浜忠期以降、Ya-5、Znp、Ymp、Nym、Ftj、SK110など黒雲母を多く含み、かつ火山ガラスのK₂O量が4.5%程度を越える広域テフラ層が中央日本に知られているが、椎谷期の上述のテフラでK₂O量が4.5%程度を

越えるのはKm-2とObgである。Km-2 (約4.5Ma) は、Znpなどの Al_2O_3 量がおおむね12.5–13.5%であるのに対し、14.4%前後と高く、また有色鉱物として自形のザクロ石をかなり含むなどper-aluminousな特徴が顕著である。またObg (約4.4Ma) はZnp (約3.9Ma) など上述の一連の広域テフラ層とガラスの化学組成は類似する。しかしCaOは0.4%程度とこれらの中でも低い値を示す。なお佐渡島の中山層にはKm-1に対比されるNkmテフラ層の7m上位の中山ガラス質テフラ層 (Nky) (層厚18cm) やNkmの約10m上位の中山白色ガラス質テフラ層 (Nhk) (層厚9cm) もCaOが0.35–0.50%程度と低く (黒川・富田, 1995)、この時期のテフラ層の特徴の一つであると考えられる。またObgのガラスは Na_2O =3.4% 前後、 K_2O =5.3%程度とアルカリがやや高い。

b. 有色鉱物にホルンブレンドが多いテフラ

有色鉱物にホルンブレンドが多いテフラとしてKm-1、Ztg (複数層) およびNlg (複数層) が椎谷層後半に合計10層近く見られ、この時期の一つの特徴となっている。またZtgやNlgなど複数層から構成されるテフラ層は、それぞれ記載岩石学的にも、ガラスの化学組成 (Fig. 29, Fig. 19) も類似し、それぞれ同一のマグマ起源であると考えられる。

c. アルカリ流紋岩質テフラ - Cbg -

椎谷層の最上部に挟在中永青灰色ガラス質テフラ層 (Cbg) は野外で特有の青灰色を示す (Fig. 43)。Cbgのガラスの組成はアルカリ流紋岩質である (Fig. 24, Table 2)。すなわち、 SiO_2 は74%前後で、 K_2O が5.4%程度、 Na_2O が3.7%程度で、総アルカリ量 ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) は9.1%程度である。またFeOは2.6%程度である。その一方、CaOは0.37%程度、MgOは0.03%程度と低い。このようなガラスの化学組成はいずれもアルカリ流紋岩の特徴に合致する。Cbgは郷本川ルートからその南方約20kmの柏崎市曾地 (Fig. 47) まで層厚は20–30cm程度で系統的な側方変化を示さず、かつ細粒であることから遠来の降下テフラであると考えられる。このテフラの給源は特定できないが、一つの可能性として島根県隠岐島などが考えられよう。

d. 有色鉱物に斜方輝石が多いテフラ

これにはSimplおよびSimpが相当する。有色鉱物として斜方輝石のほか、ホルンブレンド、黒雲母、

単斜輝石などを含んでいる。これらのテフラの火山ガラスは (a) の黒雲母が多いテフラにくらべて K_2O が2.3–3.0%程度と低い。またそれらにくらべて TiO_2 、FeO、MgO、CaOが高い傾向がある。

e. 有色鉱物に斜方輝石・単斜輝石が多いテフラ

これにはSima、Jglc、Ckz (複数層) がある。これらはガラス結晶質で、火山岩片を多く含む。これらは4.6–4.4Ma付近の層準に集中している。

ま と め

1. 新潟県中央・西山油帯の椎谷層 (5.3–4.3Ma) のテフラ層20数層について、その層準、産状および記載岩石学的特徴および火山ガラスの化学組成について検討し、テフラ層序を確立した。またKm-3など新たなテフラ層を数層記載した。
2. 椎谷層の厚さは、中央油帯では鹿島明神1 (Km-1) テフラ層より下位の椎谷層がその上位よりも厚いのに対して、西山油帯 (郷本川ルート) ではこの関係が逆転している。中央油帯における椎谷層の平均堆積速度は40cm / 1000yearである。
3. 椎谷層中のテフラ層の挟在頻度はその前半 (5.3–4.7Ma) では少ないが、その後半 (4.7Ma–4.3Ma) ではおよそ2万年に1層の割合で見出される。ただし薄い降下テフラ層が多い。
4. 岩質的には種々のものが存在する。有色鉱物に黒雲母が多いテフラ層は4.7Ma前後のNobより上位に多い。椎谷層上部のObg (4.4Ma前後) はCaOが0.4%程度の低い値を示す。また椎谷層最上部 (4.3Ma前後) にはアルカリ流紋岩質のCbgが見出される。Cbgテフラ層は野外で青灰色を示す特徴的なテフラ層である。

文 献

- 花方 聡・本山 功・平松 力・渡辺和恵・辻 隆司 (2001) 新潟県上越～中越地域における中新統・鮮新統境界部の微化石層序。地質学雑誌、107巻9号、565–584。
- 樋口裕也・黒川勝己 (2003) 新潟地域のZnpテフラ層と房総半島のAn85テフラ層との対比の検討。文科省科学研究費補助金成果報告書「広域テフラによる日本列島中新統～下部更新統の精密対比」 (基盤研究C; 研究代表者黒川勝己)、309–315。
- Hilgen, F. (1991) Extension of the astronomically calibrated polarity time scale to the Mioce /

- Pliocene boundary. *Earth Planet. Sci. Lett.*, no.107, 349-368.
- 小林巖雄・立石雅昭・植村 武 (1993) 出雲崎地域の地質。地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）、地質調査所、1-91。
- 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1号、80-93。
- 黒川勝己・石山紀子・藤原啓美・渡部由美子 (1992a) 新潟県西山油帯の地質－とくにテフラ鍵層からみた西山層と灰爪層の不整合関係について－。新潟大教育紀要（自然科学編）、33巻2号、101-163。
- 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2号、39-64。
- 黒川勝己・中島正裕・林 正幸 (1992b) 新潟県中央油帯南部の地質－テフラ鍵層による鮮新世の部分不整合の検証－。新潟大教育紀要（自然科学編）、34巻1号、9-59。
- 黒川勝己・坂井 一・樋口裕也 (2002) 中央・西山油帯の鮮新世～更新世前期の広域テフラ。日本地質学会第109年学術大会見学旅行案内書、119-129。
- 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. (Natural Sci.), Niigata Univ.*, vol.5, no.1, 41-68.
- 黒川勝己・沢栗隆之 (1990) 新潟県中央油帯中央部における水底堆積テフラとその対比。新潟大教育紀要（自然科学編）、31巻2号、53-87。
- 黒川勝己・高橋浩代・青野直子・阿部祐子・飯塚絹子・菅原直美・地野加津子 (1987) 新潟県西山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）、29巻1号、1-14。
- 黒川勝己・富田裕子 (1995) 大佐渡南西部における中山層・河内層中の火山灰層とその対比。新潟大教育紀要（自然科学編）、37巻1号、13-65。
- 鈴木尉元・三梨 昂・宮下美智夫・影山邦夫・島田忠夫 (1974) 新潟県西山・中央油帯の地質。地質調査所報告250-1号、67-95。
- 田村糸子・山崎晴雄・水野清秀 (2003) 中央日本における4Ma頃の広域火山灰層：坂井（東海層群）－砂小谷（北陸層群）－Ya-5（西山層）火山灰層の対比。日本地質学会第110年年会講演要旨。
- 徳橋秀一・石原与四郎・宮田雄一郎 (1999) 新潟堆積盆西山油帯郷本川沿いの新第三系タービダイト・サクセッションの堆積学的・数理的解析。地質調査所月報、50巻1号、27-48。
- 吉川周作 (1976) 大阪層群の火山灰層について。地質学雑誌、82巻8号、497-515。