

新潟地域の鮮新世中頃（4-2Ma）のテフラ層序の再検討と広域対比  
 —とくにNwgとArgテフラ層の層位関係,  
 Tspテフラ層の分布と対比および氷見層群のYTテフラ層,  
 安野層のテフラ層との広域対比の検討—

Tephrostratigraphy and correlations of some Pliocene  
 Tephra Beds (4-2Ma) in the Niigata region,  
 especially on the distribution of the Tsp Tephra Bed,  
 and widearea correlations to the YT Tephra Beds  
 in the Himi Group and to the Boso Peninsula, central Japan

黒川 勝己\*・樋口 裕也\*\*

KUROKAWA Katsuki\* and HIGUCHI Yuya\*\*

**Abstract**

In the Niigata region, hundreds of tephra beds are found in the Pliocene and the early Pleistocene Formations of marine and non-marine sediments. The framework of the tephrostratigraphy of these Formations has been established so far, and widearea correlations to the central Japan have been also documented. In this paper, further examinations of the stratigraphic relations and correlations of the tephra of the middle of the Pliocene (about 3.7-2.2Ma) in the Niigata region were carried out.

The stratigraphic relations of the Nwg and Arg Tephra Beds of around 3.0Ma were clarified; that is Nwg-1, Nwg-2 = identical to Arg-1, and Arg-2 in the ascending order. Above the Arg-2 which is very important marker beds in central Japan, another useful marker bed in the Niigata region, namely the Mot Tephra Bed, was revealed. The Tsp Tephra Bed of around 2.25Ma has been widely detected in the fluvial to hemibathyal Formations in the Niigata region, and further it was correlated northwards to the Miyp Tephra Bed in the Niitsu Hill and to the Wzp and Kog Tephra Beds southwards in the northern Uonuma Hills. Chemical composition of the mafic minerals was also referred at the Tsp correlation.

---

2004年 8 月 9 日受理

Received August 9, 2004

\*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.

\*\*新潟県塩沢町立塩沢中学校 〒949-6436 南魚沼郡塩沢町大字中778-1 Shiozawa Junior High School, Shiozawa Town, Niigata Prefecture, 949-6436 Japan.

The YT1 and YT2 Tephra Beds in the Himi Group in the Toyama region are possibly correlated to the Ojw-2 and Ocg (Ojw-3) Tephra Beds, and the TY4 Tephra Bed is correlative to the Thw-3 Tephra Bed in the Niigata region respectively. The Ocg (Ojw-3) is situated about 5-2m above the Ymp (Ojw-1), which is widely detected in the Niigata region. The correlation of the Ymp Tephra Bed to the An112 Tephra Bed in the Anno Formation in the Boso Peninsula was also suggested. Considering the magnetostratigraphical studies in the Himi and Boso regions, the Ymp Tephra Bed is suspected to be around 3.7Ma in age.

**Key words:** Pliocene, tephra correlation, Niigata, Ymp, Ojw-2, Ojw-3, Ocg, Nym, Thw-3, Nwg-1, Nwg-2, Arg-1, Arg-2, Mot, Hap-2, Tsp, Wzp, Himi, YT1, YT2, YT3, YT4, Anno Formation, An112, An130

## 目 次

### はじめに

### 第1章 新潟地域のNwg-1, Nwg-2テフラ層とArg-1, Arg-2テフラ層との層序関係

- (1) Nwg テフラ層と Arg テフラ層の層序関係
- (2) Nwg-2 テフラ層と Arg-1 テフラ層は同一のテフラ層である
- (3) 新潟地域における Arg-2 テフラ層の新たな検出

### 第2章 新潟地域における Mot テフラ層の対比

### 第3章 新潟地域における Tsp テフラ層の分布と新たな対比

- (1) 新津ー加茂地域での対比の検討
- (2) 魚沼丘陵北部の和南津沢パミス質テフラ層 (Wzp) および小和北ガラス質テフラ層 (Kog) との対比
- (3) Tsp テフラ相当層の黒雲母, ホルンブレンドおよび斜方輝石の化学組成

### 第4章 新潟地域の鮮新世テフラ層の広域対比

### 第5章 氷見層群の YT1, YT2, YT4 テフラ層と新潟地域テフラ層との対比

- (1) YT1 と Ojw-2 テフラ層, および YT2 と Ocg (Ojw-3) テフラ層との対比
- (2) YT4 テフラ層と西山層の Thw-3 テフラ層の対比

### 第6章 Ymp テフラ層と房総半島安野層の An112 テフラ層との対比

### まとめ

### 文献

## Contents

### Introduction

Chapter 1 Stratigraphic relation among Nwg-1, Nwg-2 and Arg-1, Arg-2 Tephra Beds in the Niigata region

Chapter 2 Correlation of the Mot Tephra Bed in the Niigata region

Chapter 3 Distribution and new correlations of the Tsp Tephra Bed in the Niigata region

Chapter 4 Widearea correlations of the Pliocene Tephra Beds in the Niigata region

Chapter 5 Correlations of the YT1, YT2, YT4 Tephra Beds in the Himi Group to the Niigata region

Chapter 6 Examination of the correlation of the Ymp Tephra Bed to the An112 Tephra Bed in the Anno Formation of the Boso Peninsula

### Conclusions

### References

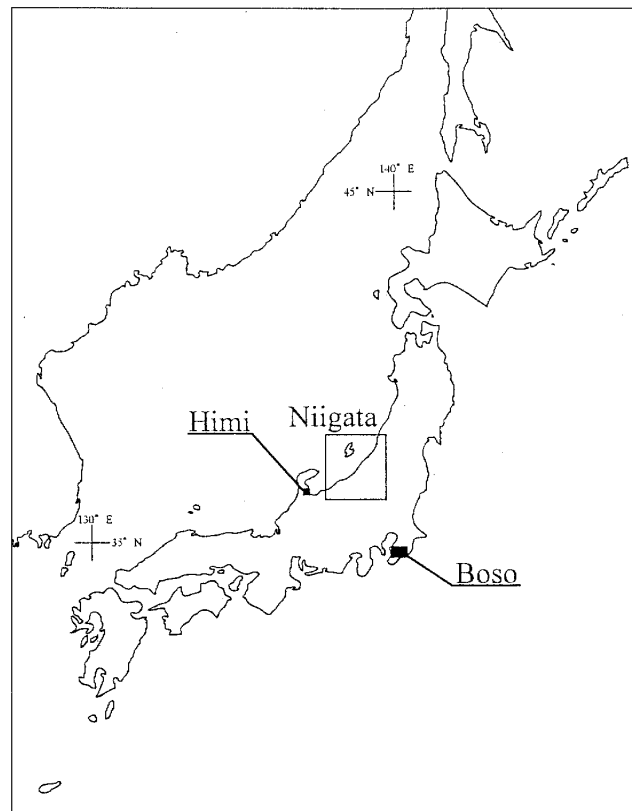


Fig.1 Locations of the Niigata region, the Himi region and the Boso region in central Japan.

## はじめに

新潟地域の鮮新統には多数の水底堆積テフラ層が挟在している。これら鮮新統の詳細なテフラ層序学的研究は、まず西山・中央油帯から開始され（鈴木ほか，1974，菊池ほか，1984，黒川ほか，1987，1989など），新潟堆積盆のほぼ全域に及ぶようになった（黒川，1999 a など）。これらの研究の蓄積によって新潟堆積盆における同時異相関係や不整合関係が精密な時間面の設定にもとづいて明らかにされてきた。さらにテフラ層の広域対比によって，大阪層群，古琵琶湖層群，東海層群，掛川層群，上総層群，氷見層群，長野地域などとの間にも同一時間面が設定されてきた。新潟地域の鮮新統（5.32Ma-1.77Ma）は，おおむね椎谷層の基底から中央油帯では西山層の中部まで，また魚沼・東頸城丘陵においては魚沼層群の下部層の中位の層準までに相当するが，本稿では，これらの新潟地域の鮮新世のテフラ層のうち，鮮新世中頃の4 Ma ないし 2 Ma のテフラ層について，層序関係や対比が不明確であったものを中心に検討した。とくに 3 Ma ないし 2.5Ma 付近のテフラ層は薄層であったり，連続性が必ずしも良好でないテフラ層が多く，対比が容易でないが，今回の検討によって，Nwg-1, Nwg-2, Arg-1, Arg-2テフラ層の層序関係を明らかにすることができた。またそれらより上位の Tsp テフラ層の新潟地域における新たな分布を確認するとともに，その対比を再検討した。さらに，氷見層群の YT1, YT2, YT4テフラ層と新潟地域のテフラ層，および Ymp テフラ層と房総半島安野層のテフラ層との広域対比を検討し，古地磁気層序学的研究を参照しながら Ymp テフラ層の年代について，若干の推論を行った。

検討にあたって，構成粒子の検討は  $3\phi - 4\phi$ （1/8mm-1/16mm）の粒度で行った。火山ガラスの形状については，吉川（1976）および黒川（1999 b）にもとづいた。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 $1.3 \times 10^{-8}$  A，ビーム径はおよそ20 $\mu$ m で樋口

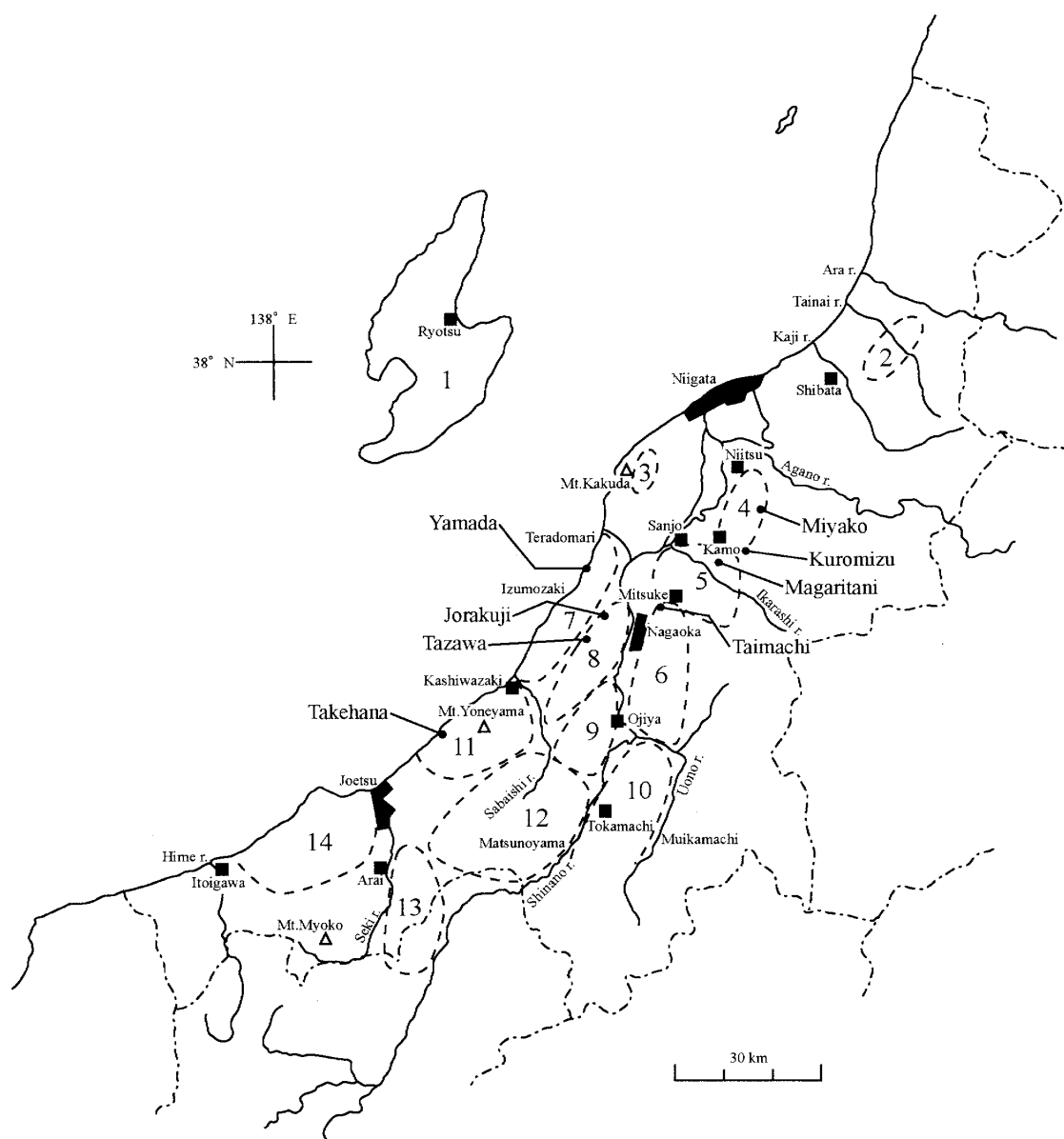
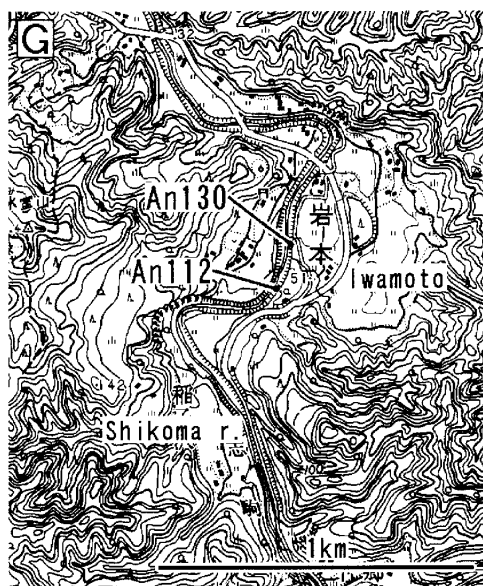
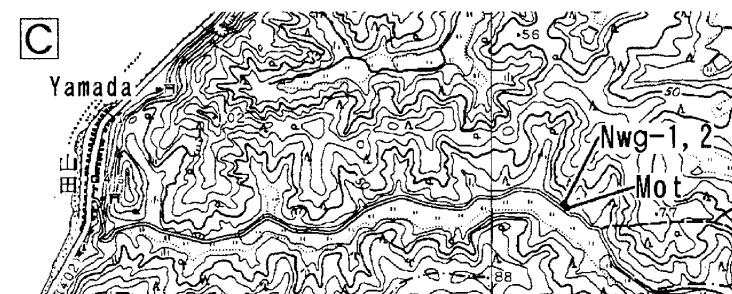
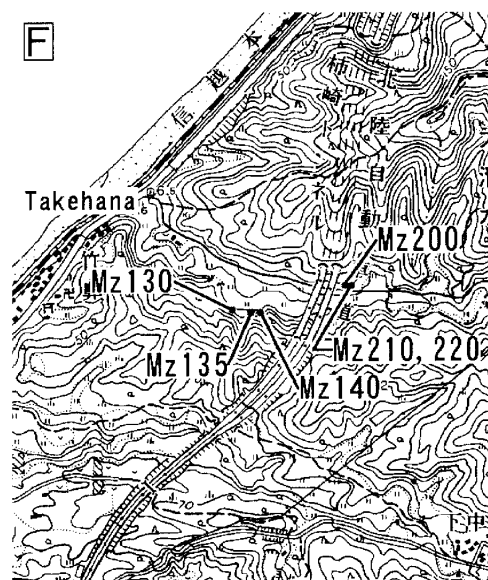
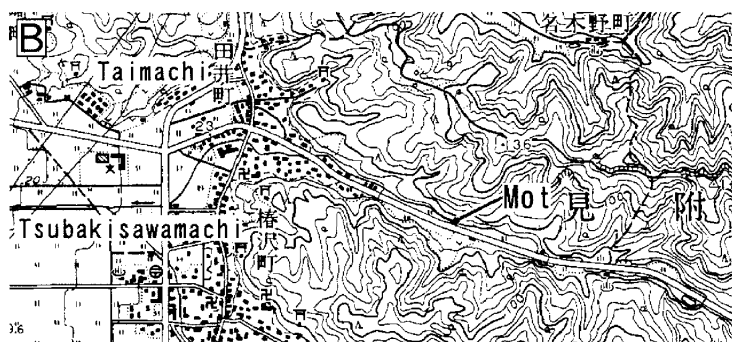
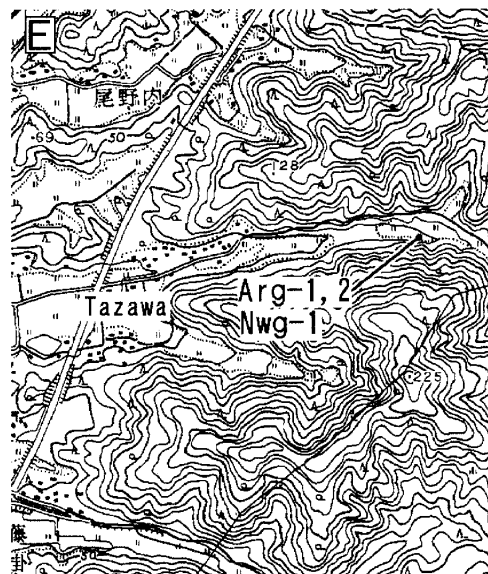
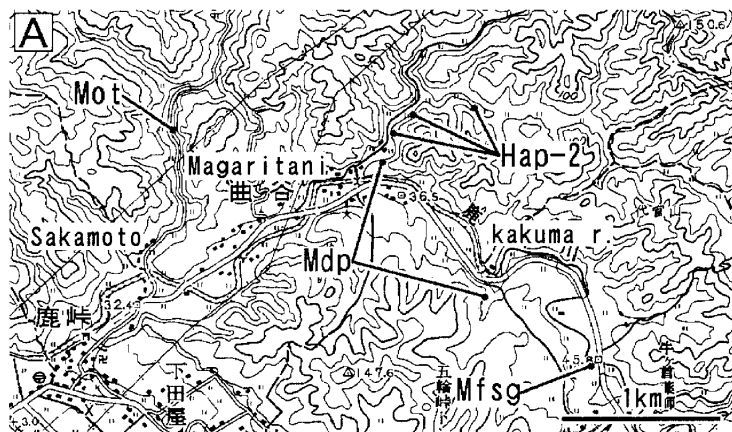


Fig.2 Locations of the distribution areas of the Pliocene Formations in the Niigata region; (1) Sado Island, (2) Kitakanbara, (3) eastern foothill of Mt. Kakuda, (4) Niitsu Hill, (5) Shitada and Mitsuke areas, (6) Higashiyama Hills, (7) Nishiyama Oil Field, (8) Chuo Oil Field, (9) Hachikoku Oil Field, (10) Uonuma Hills, (11) Yoneyama area, (12) Higashikubiki Hills, (13) Tomikura anticlinal area, (14) Nishikubikiki area. Several important locality names are also shown.

右頁

Fig.3 Locations of the tephra marker beds in the several areas, (A) Shitada area, (B) Tai route, Mitsuke City, (C) Yamada route in the Nishiyama Oil Field, (D) Jorakuji route in the Chuo Oil Field, (E) Tazawa route in the Chuo Oil Field, (F) Manzogawa route in the Yoneyama area, (G) Shikomagawa route, Hattsu City in the Boso Peninsula. (Maps are (A) after 1:50,000 [Kamo], (B) 1:25,000 [Tochio], (C) [Teradomari], (D) [Izumozaki] and [Nishiyama], (E) [Nishiyama], (F) [Kakizaki], and (G) [Oninamidayama] of the Geographical Survey Institute of Japan.





が行い、oxideZAF法で補正した。

本研究を行うにあたり、米山西方万蔵川ルートについては、渡辺 勇さん、大野隆一郎さん、仙田幸造さんをはじめ米山団体研究グループの方々には現地でご案内頂き、新潟大学自然科学研究科の青木豊樹さんには有益なご教示をいただいた。また同研究科の平中宏典さんには論文の完成にご協力いただき、長岡市立養護学校の坂井 一さんと塩沢中学校の野口真由子さんには野外調査にご協力いただいた。吹田市立青山台中学校の川崎裕子さんには、氷見層群のYTテフラ層のフィールド写真を提供していただいた。安野層のテフラ層については、産業技術総合研究所の徳橋秀一さん、滋賀県立琵琶湖博物館の里口保文さんのご教示を得た。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日本学術振興会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)および同「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。

## 第1章 新潟地域のNwg-1, Nwg-2テフラ層とArg-1, Arg-2テフラ層との層序関係

### (1) Nwg テフラ層と Arg テフラ層の層序関係

新潟地域の西山層中部には、西山白色ガラス質テフラ層(Nwg-1, Nwg-2)(黒川ほか, 1987)および荒谷ガラス質テフラ層(Arg-1, Arg-2)(黒川ほか, 1989)がそれぞれ2層組で挟在し、重要なテフラ鍵層となっている。このうちArg-2テフラ層は大阪層群の土生滝I火山灰層や、東海層群の南谷2テフラ層、氷見層群のMT2テフラ層などに対比されるなど(富田・黒川, 1999)、中央日本における鮮新世の重要な広域テフラ層である。

ところで新潟地域において、これまで西山白色ガラス質テフラ層(Nwg)と荒谷ガラス質テフラ層(Arg)の上下関係は、確認できていなかった。しかし、樋口・黒川(2003c)はArgテフラ層の模式地である中央油帯(Fig.2)の西山町田沢ルート(Fig.3E)において、Arg-1テフラ層の下位にNwg-1を見出し、またArg-1テフラ層とNwg-2テフラ層は同一のテフラ層であることを確認した(Fig.5)。この指摘にもとづいて、以下、Nwg-1, Nwg-2, Arg-1, Arg-2テフラ層の層序関係について述べる。なお出雲崎町常楽寺ルート(Fig.3D)において、常楽寺ガラス質テフラ層(Jrg)(黒川ほか, 1999)とされてきたものは、下位のJrg-1(層厚1-2cm)はNwg-1テフラ層に、その10cm上位のJrg-2テフラ層(層厚10cm)はNwg-2テフラ層、Arg-1テフラ層に対比される(樋口・黒川, 2003c)(Photo 3, Table 1)。

Nwg テフラ層は、西山油帯において、西山層中部の泥岩層に2層組で挟在する白色細粒砂ないしシルトサイズのガラス質テフラ層である。その模式地である寺泊町山田ではNwg-1は層厚10cm, Nwg-2はその25cm上位に挟在し、層厚15cmである(Photo 2)。なお山田ルートにおいては、Nwg-2の3m上位に黒雲母結晶の目立つ明ヶ谷ガラス質テフラ層(Mot)(層厚4cm)(黒川ほか, 1992)が挟在している(Photo 11)。

一方、荒谷ガラス質テフラ層(Arg)(黒川ほか, 1989)は中央油帯において、西山層中部の泥岩層に2層組で挟在する白色細粒砂ないしシルトサイズのガラス質テフラ層である。その模式地である西山町田沢ルートにおいては下位のArg-1は層厚9cm, Arg-2はその110cm上位に挟在し、層厚15cmである(Photo 1)。今回、Arg-1の下位にNwg-1テフラ層を見出した。

田沢ルートのNwg-1テフラ層はArg-1テフラ層の下位10cmの西山層中部の泥岩層に挟在する(Photo 5)、白色の極細粒砂ないしシルトサイズのテフラ層で、高温型石英を含む(Photo 6)。層厚は1-2cmで、断続している。小断層による変位も見られるが、Nwg-1とArg-1との間にはテフラ層は存在しない。なおこのルートにおいては、Arg-2テフラ層の16m上位に田沢白色ガラス質テフラ層(Tzw)(層厚13cm)が挟在しているが(黒川・沢栗, 1990)、Tzwテフラ層も広域的に見出される(Kurokawa et al, 2004)。



Photo 1 Field occurrence of the Arg-1 and Arg-2 Tephra Beds in the Nishiyama Formation at Tazawa in the Chuo Oil Field. The Arg-1 is 9cm thick and Arg-2, 110cm above the Arg-1, is 15cm thick (Kurokawa and Sawaguri, 1990).  
The Nwg-1 Tephra Bed is hidden just below the Arg-1 Bed as shown in Photo 5.

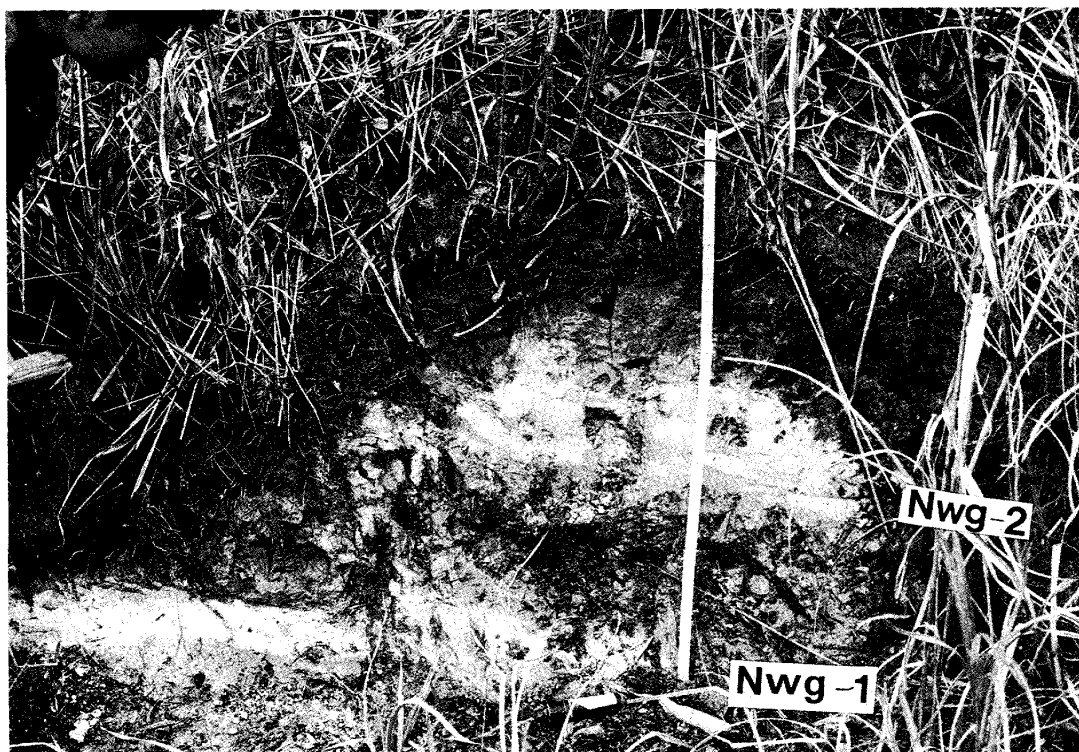


Photo 2 Field occurrence of the Nwg-1 and Nwg-2 Tephra Beds in the Nishiyama Formation at Yamada in the Nishiyama Oil Field. The Nwg-1 is 10cm thick and Nwg-2, 25cm above the Nwg-1, is 15cm thick (Kurokawa et al, 1987).

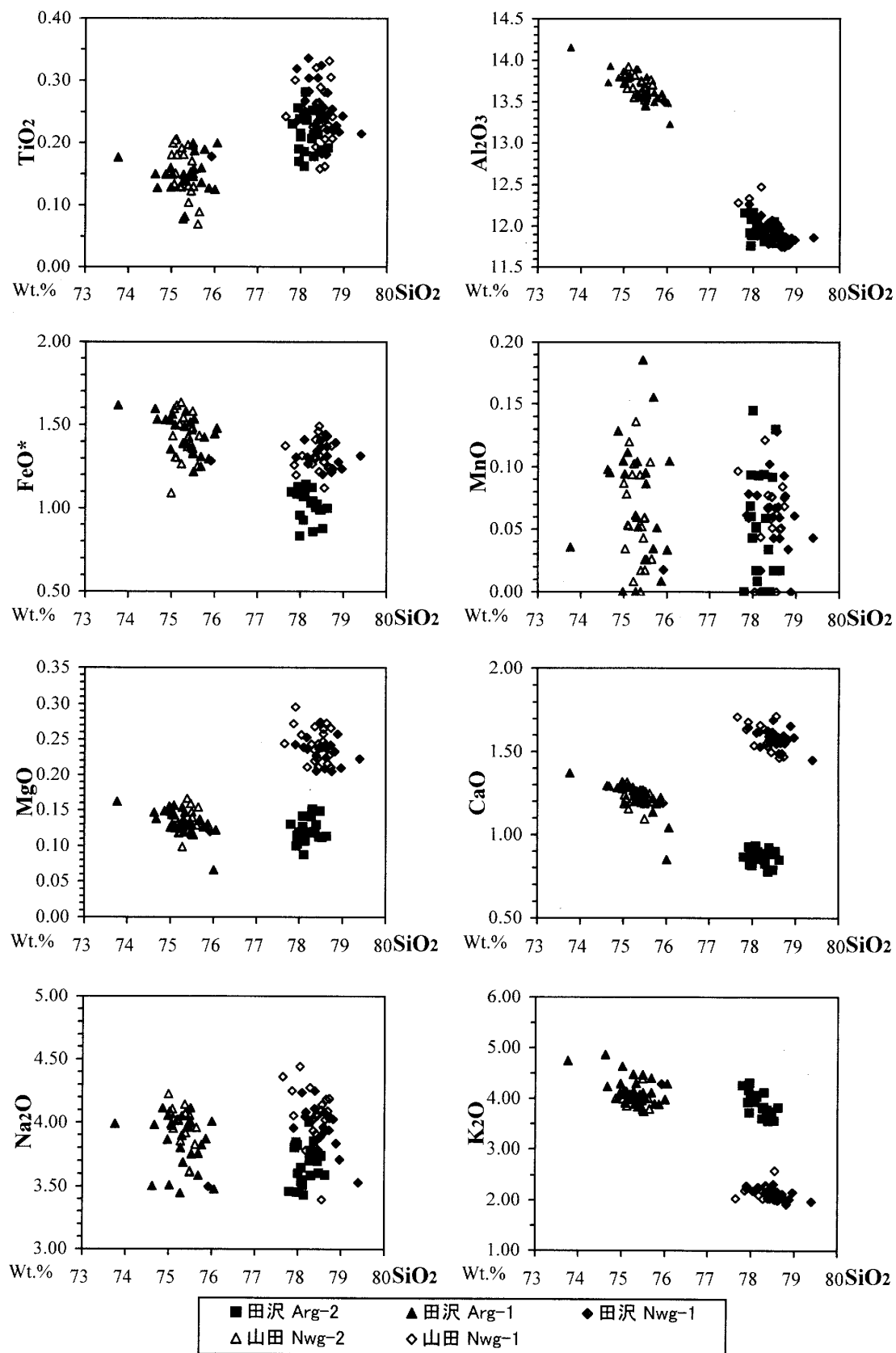


Fig.4 Chemical composition of glass shards of the Nwg-1, Nwg-2, Arg-1 and Arg-2 tephra at Yamada and Tazawa routes, shown in the SiO<sub>2</sub>-oxides diagrams in weight%. Total oxides weights were converted to 100wt.% as the same in the following diagrams.

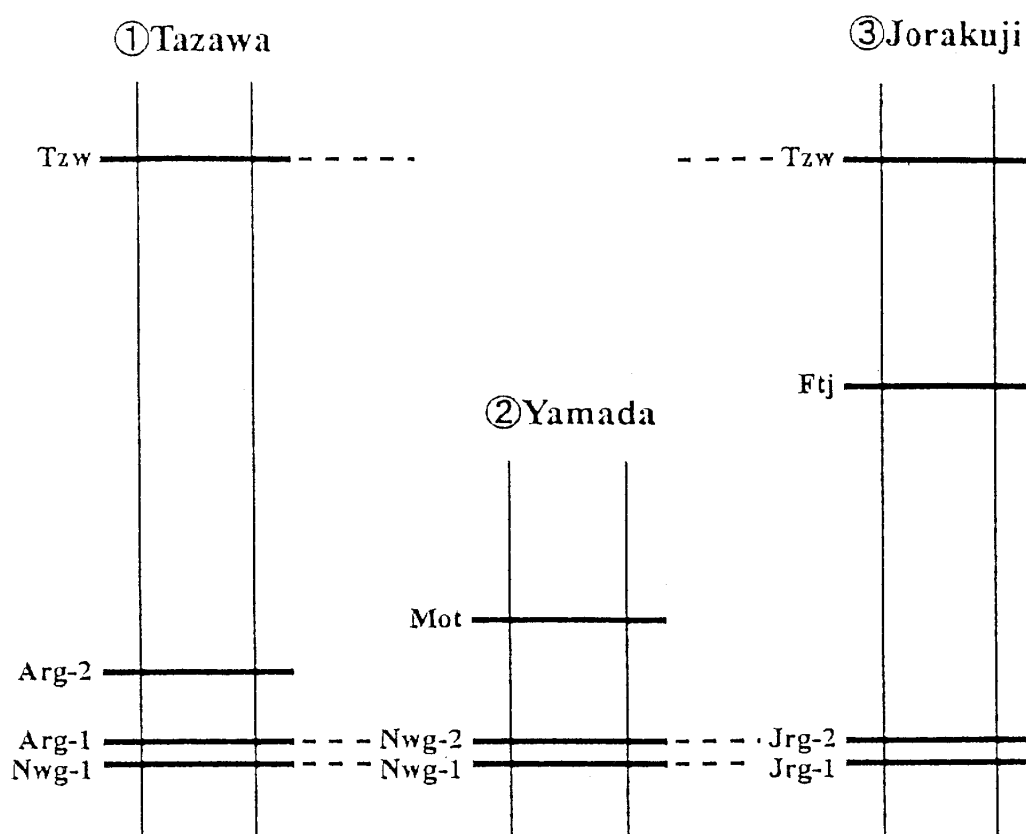


Fig.5 Stratigraphic relation of the Nwg, Jrg, Arg, Mot, Ftj and Tzw Tephra Beds in the Tazawa, Yamada and Jorakuji routes in the Niigata region (Higuchi and Kurokawa, 2003c).

## (2) Nwg-2テフラ層とArg-1テフラ層は同一のテフラ層である

以上の層序関係から、Nwg テフラ層と Arg テフラ層は、今まで考えられてきたような合計4層のテフラ層ではなく、Nwg-2とArg-1テフラ層とは同一のテフラ層であって、合計3層のテフラ層である可能性も生じることになる。そこで今回、Nwg-2テフラ層とArg-1テフラ層との対比を検討した。この対比が層準的には問題がないことは前述のとおりである。なお検討試料はNwg-2はその模式地である寺泊町山田ルート、Arg-1はその模式地である西山町田沢ルートで採取した。

記載岩石学的特徴において、両テフラはNwg-1やArg-2と異なり、いずれも高温型石英を含まず、火山ガラスは偏平型と多孔質型が混在している（Photo 8）。やや多くの褐色ガラスを含む。有色鉱物はホルンブレンドが多く、ほかに鉄鉱物、黒雲母、酸化ホルンブレンド、褐れん石、斜方輝石などを含む。

火山ガラスの化学組成はFig.4およびTable 1に示すように、同一の組成領域を占める。ガラスの化学組成においては、Nwg-1とNwg-2（= Arg-1）、およびArg-2はFig.4に示すように、それぞれ明瞭に異なった領域を占める。以上のことからNwg-2テフラ層とArg-1は同一のテフラ層であると結論できる。なお出雲崎町常楽寺ルートの高温型石英を含むJrg-1テフラ層（黒川ほか，1999）はNwg-1テフラ層に、その上位のJrg-2テフラ層はNwg-2テフラ層に記載岩石学的特徴と火山ガラスの化学組成が一致し、対比が支持される。



Photo 3 Field occurrence of the Nwg-1 (Jwg-1) and Nwg-2 (Jwg-2) Tephra Beds in the Nishiyama Formation at Jorakuji in the Chuo Oil Field.

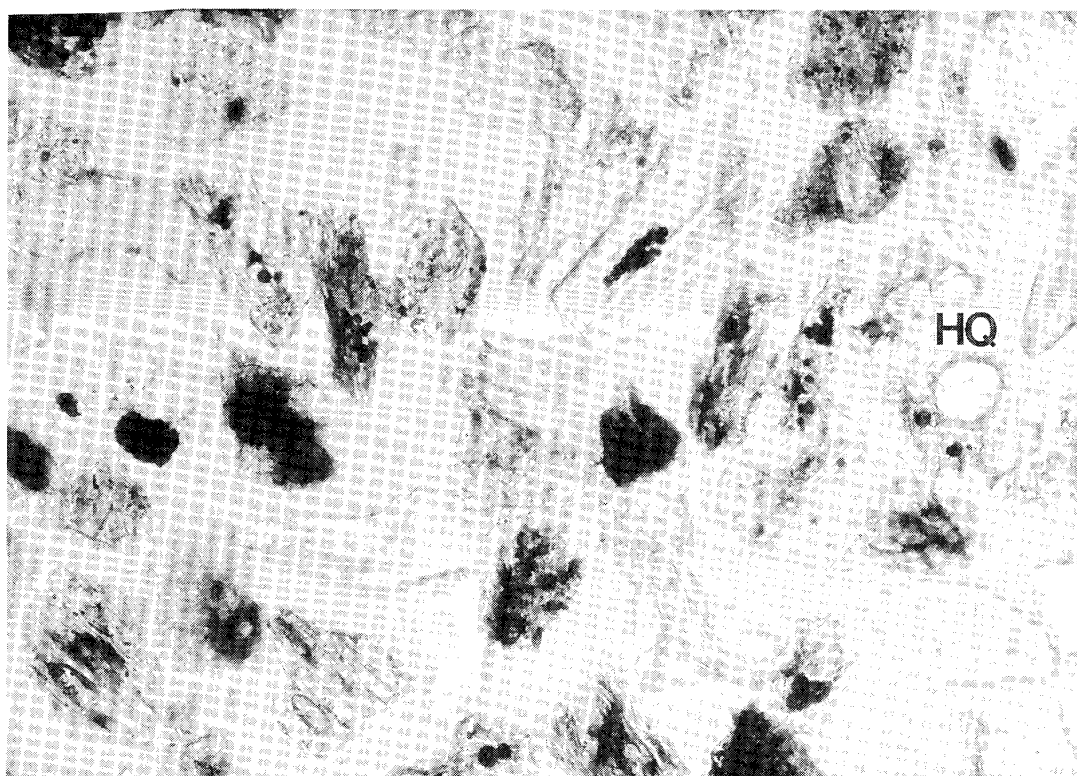


Photo 4 Components of the Nwg-1 (Jrg-1) Tephra at Jorakuji in 3-4 $\phi$  fraction (the width of the photograph is 1.2mm. The photo was taken rotating the upper nicol 30° from the crossed position. The following photographs were also taken under the same condition). HQ denotes high-quartz crystal.



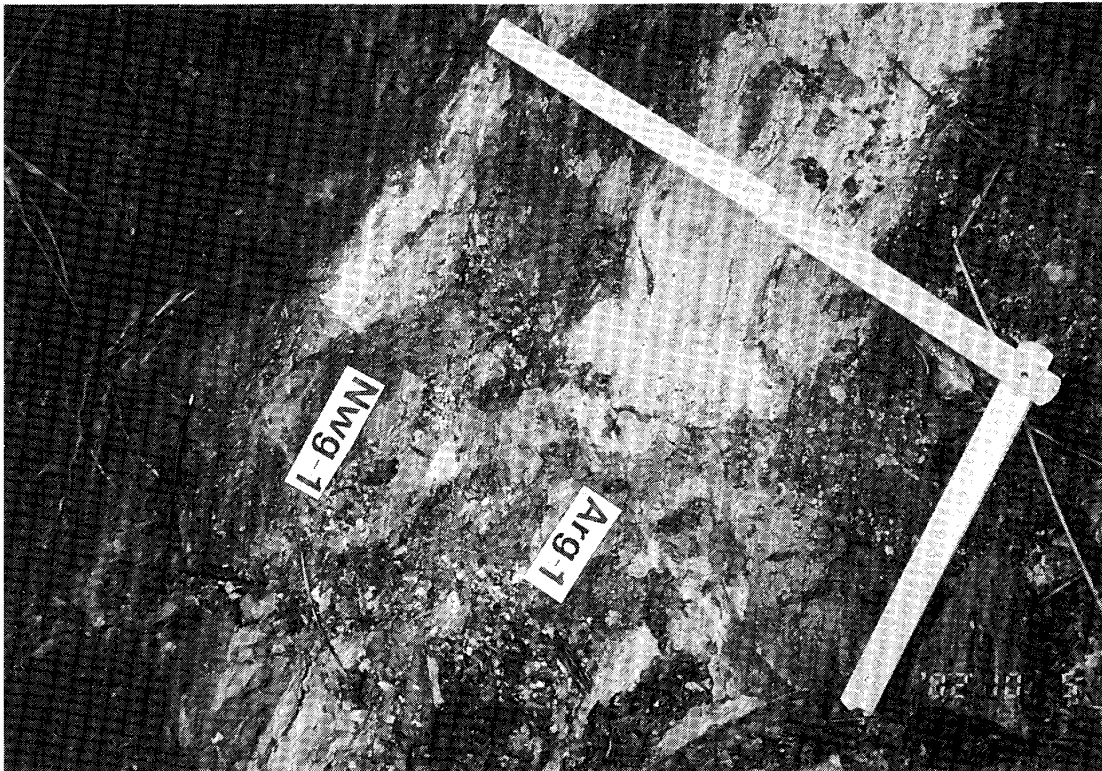


Photo 5 Field occurrence of the Arg-1 and the Nwg-1, 10cm below the Arg-1, at Tazawa in the Chuo Oil Field.

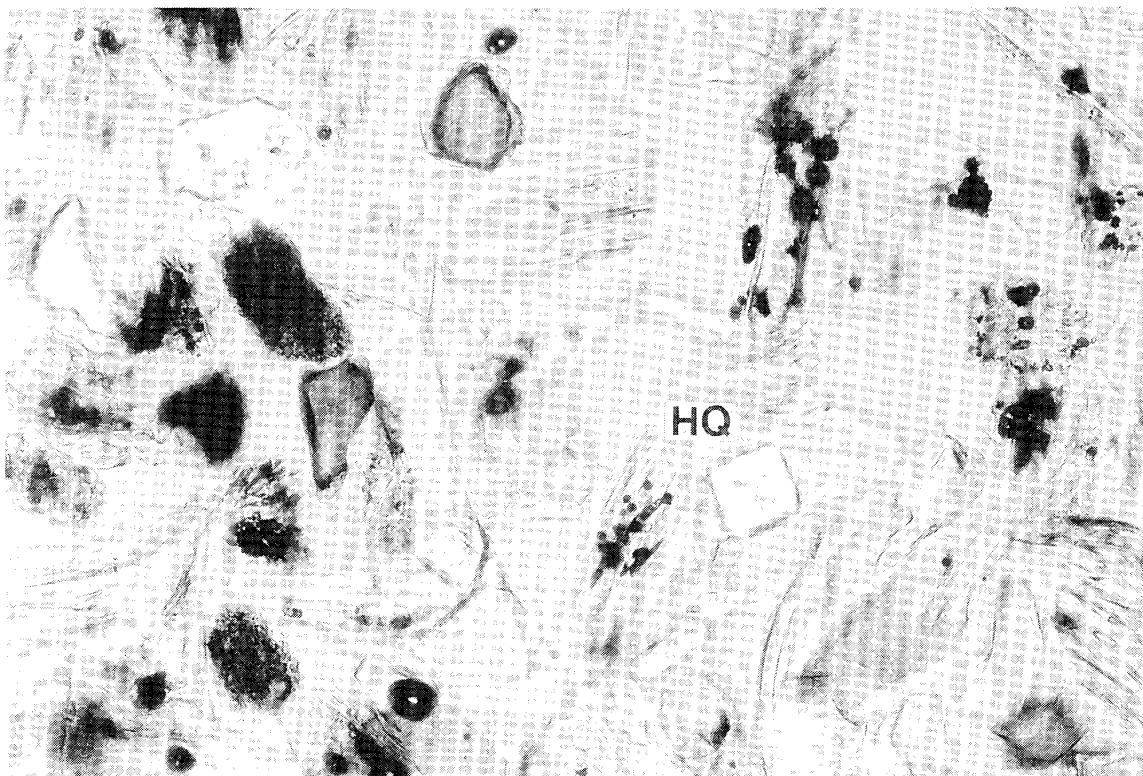


Photo 6 Components of the Nwg-1 Tephra at Tazawa. HQ denotes high-quartz crystal.

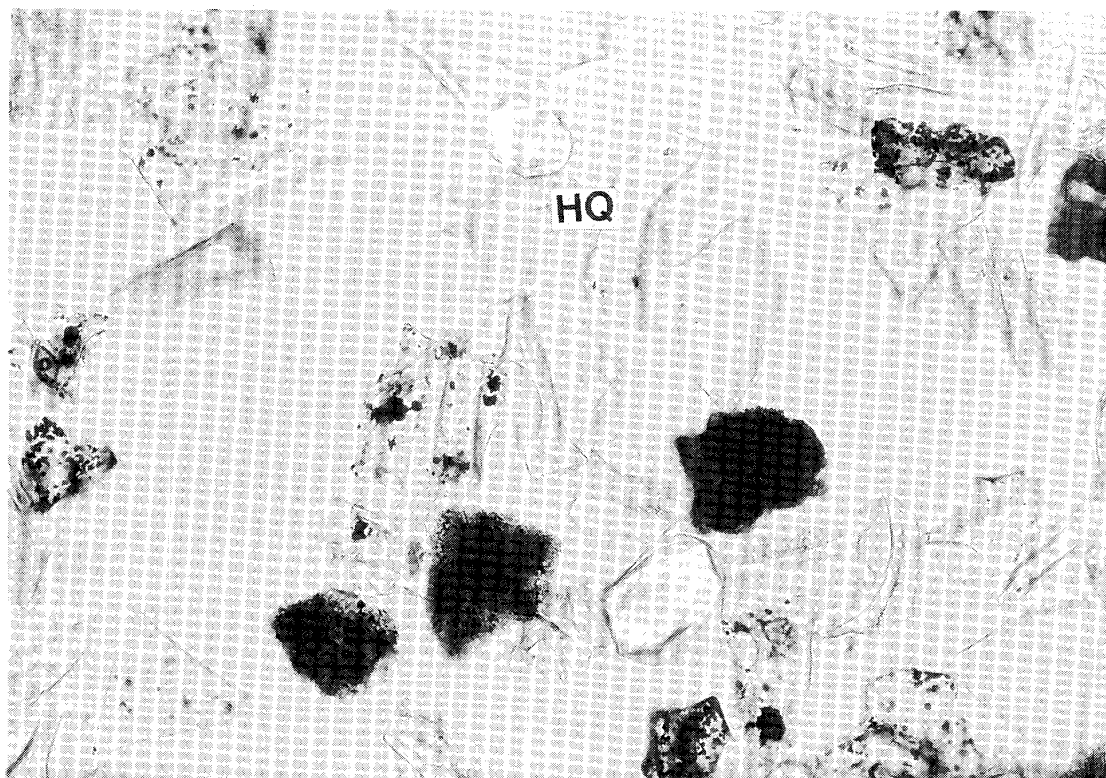


Photo 7 Components of the Arg-2 Tephra at Tazawa. HQ denotes high-quartz crystal.

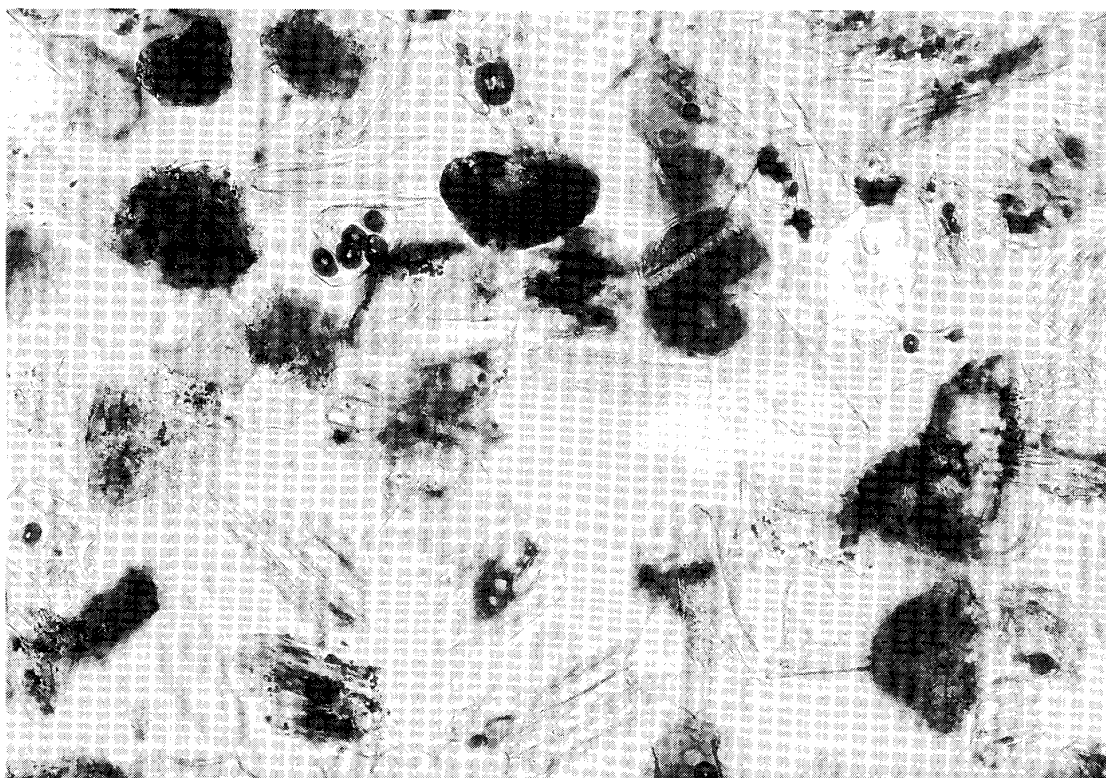


Photo 8 Components of the Arg-1 Tephra at Tazawa.



Table 1 Chemical composition of the glass shards of the Nwg-1, Arg-1, Arg-2 Tephtras and their correlative Tephtras. The upper table shows the average (Ave.) and standard deviation (S.D). [n] shows the analytical number of grains and [r] shows the analytical round. The bottom table shows the ranges of the composition.

Tephra Bed	Sample Locality	SiO <sub>2</sub>		TiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		FeO*		MnO		MgO		CaO		Na <sub>2</sub> O		K <sub>2</sub> O		n	r
		Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.		
Arg-2	西山町田沢	78.18	0.23	0.22	0.03	11.95	0.12	1.03	0.09	0.05	0.04	0.12	0.02	0.87	0.04	3.67	0.15	3.91	0.22	22	4
Arg-2	出雲崎町中永峠	78.72	0.29	0.29	0.03	11.81	0.13	1.01	0.08	0.13	0.03	0.14	0.02	0.90	0.04	2.86	0.20	4.14	0.26	24	1
Arg-2	出雲崎町中永峠	77.92	0.38	0.25	0.03	12.18	0.19	1.12	0.08	0.01	0.01	0.15	0.02	0.83	0.05	3.13	0.19	4.40	0.25	18	3
Arg-2	出雲崎町中永峠	78.30	0.27	0.21	0.04	11.93	0.11	1.00	0.11	0.05	0.03	0.12	0.02	0.85	0.04	3.59	0.20	3.95	0.24	25	4
Syg	出雲崎町住吉	78.66	0.29	0.28	0.03	11.89	0.18	1.02	0.10	0.13	0.04	0.15	0.02	0.88	0.05	3.05	0.11	3.95	0.14	25	1
Mfsg	下田村曲谷	78.60	0.31	0.29	0.04	11.91	0.16	1.00	0.09	0.12	0.04	0.15	0.02	0.87	0.04	2.97	0.13	4.09	0.28	25	1
MT2	富山県氷見市泊	78.79	0.25	0.30	0.04	11.78	0.12	0.98	0.10	0.12	0.05	0.15	0.02	0.88	0.04	2.88	0.17	4.12	0.28	25	1
T1	富山県氷見市清水	77.63	0.43	0.21	0.09	12.35	0.30	1.10	0.16	0.04	0.04	0.13	0.06	0.81	0.13	3.31	0.12	4.42	0.46	16	3
Nwg-2	寺泊町山田	76.29	0.47	0.17	0.04	13.61	0.32	1.29	0.14	0.01	0.02	0.18	0.04	1.11	0.13	2.94	0.15	4.39	0.33	25	2
Nwg-2	寺泊町山田	75.32	0.20	0.15	0.04	13.69	0.12	1.42	0.13	0.06	0.04	0.13	0.02	1.23	0.05	3.97	0.15	4.03	0.17	22	4
Jrg-2	出雲崎町常楽寺	76.12	0.31	0.17	0.04	13.73	0.14	1.40	0.16	0.00	0.01	0.19	0.02	1.16	0.05	2.68	0.27	4.54	0.22	24	2
Arg-1	西山町田沢	75.28	0.51	0.15	0.03	13.69	0.20	1.45	0.11	0.07	0.05	0.13	0.02	1.22	0.10	3.84	0.21	4.17	0.30	23	4
Arg-1	西山町田沢	75.61	0.72	0.20	0.09	13.23	0.27	1.42	0.35	0.05	0.04	0.21	0.10	1.25	0.39	3.60	0.31	4.44	0.69	22	5
Mz210	柿崎町竹鼻万蔵川	75.91	0.79	0.16	0.03	13.37	0.51	1.35	0.13	0.05	0.04	0.17	0.03	1.24	0.26	3.21	0.35	4.55	0.40	19	5
Nwg-1	寺泊町山田	79.48	0.22	0.27	0.03	11.97	0.13	1.29	0.11	0.00	0.01	0.28	0.02	1.50	0.05	2.93	0.13	2.27	0.09	20	2
Nwg-1	寺泊町山田	78.37	0.30	0.25	0.05	11.99	0.19	1.30	0.09	0.07	0.03	0.24	0.02	1.58	0.07	4.07	0.22	2.13	0.14	21	4
Nwg-1	寺泊町山田	78.89	0.42	0.30	0.04	11.52	0.16	1.32	0.20	0.04	0.05	0.28	0.04	1.60	0.19	3.82	0.10	2.23	0.19	25	5
Jrg-1	出雲崎町常楽寺	79.70	0.30	0.26	0.04	11.92	0.15	1.27	0.13	0.01	0.02	0.28	0.02	1.48	0.07	2.72	0.23	2.36	0.27	23	2
Nwg-1	西山町田沢	78.42	0.68	0.25	0.05	11.99	0.38	1.32	0.07	0.05	0.03	0.23	0.03	1.57	0.10	3.94	0.20	2.23	0.50	20	4
Mz140	柿崎町竹鼻万蔵川	78.39	0.26	0.26	0.04	11.93	0.13	1.33	0.13	0.07	0.04	0.24	0.02	1.60	0.10	3.61	0.23	2.56	0.29	23	4
Mz220	柿崎町竹鼻万蔵川	78.76	0.16	0.28	0.03	11.54	0.11	1.33	0.09	0.04	0.03	0.28	0.02	1.55	0.06	3.24	0.42	2.98	0.35	20	5
Tephra	Sample Locality	SiO <sub>2</sub>		TiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		FeO*		MnO		MgO		CaO		Na <sub>2</sub> O		K <sub>2</sub> O		r	
Arg-2	西山町田沢	77.8-78.6		0.16-0.28		11.8-12.2		0.83-1.14		0.00-0.14		0.09-0.15		0.78-0.93		3.43-4.00		3.55-4.31		4	
Arg-2	出雲崎町中永峠	78.2-79.1		0.24-0.34		11.6-12.0		0.85-1.15		0.06-0.19		0.12-0.17		0.84-0.98		2.58-3.10		3.75-4.52		1	
Arg-2	出雲崎町中永峠	77.4-78.6		0.21-0.31		11.9-12.6		1.02-1.26		0.00-0.05		0.12-0.17		0.78-0.95		2.58-3.48		4.02-4.91		3	
Arg-2	出雲崎町中永峠	77.1-78.9		0.12-0.26		11.7-12.3		0.80-1.23		0.00-0.11		0.09-0.17		0.78-0.92		3.13-4.00		3.44-4.31		4	
Syg	出雲崎町住吉	78.3-79.0		0.24-0.34		11.7-12.2		0.86-1.22		0.06-0.17		0.13-0.18		0.80-0.93		2.78-3.23		3.77-4.28		1	
Mfsg	下田村曲谷	78.2-79.0		0.23-0.35		11.7-12.1		0.85-1.13		0.04-0.19		0.12-0.18		0.81-0.96		2.71-3.12		3.74-4.47		1	
MT2	富山県氷見市泊	78.5-79.2		0.22-0.34		11.7-12.0		0.76-1.09		0.08-0.19		0.13-0.17		0.81-0.96		2.75-3.13		3.73-4.52		1	
T1	富山県氷見市清水	76.8-78.3		0.00-0.30		12.0-12.9		0.73-1.37		0.00-0.16		0.00-0.19		0.44-0.95		3.16-3.61		3.86-5.46		3	
Nwg-2	寺泊町山田	75.7-76.7		0.10-0.20		13.5-14.0		1.20-1.51		0.00-0.05		0.14-0.24		1.08-1.27		2.60-3.15		3.98-4.92		2	
Nwg-2	寺泊町山田	75.0-75.6		0.07-0.21		13.5-13.9		1.09-1.63		0.00-0.14		0.10-0.17		1.09-1.32		3.61-4.23		3.78-4.47		4	
Jrg-2	出雲崎町常楽寺	75.7-76.4		0.10-0.23		13.5-13.9		1.24-1.58		0.00-0.04		0.16-0.23		1.09-1.27		2.64-3.06		4.13-4.87		2	
Arg-1	西山町田沢	73.8-76.1		0.08-0.20		13.2-14.2		1.22-1.62		0.00-0.19		0.07-0.16		0.85-1.37		3.45-4.12		3.74-4.87		4	
Arg-1	西山町田沢	74.8-78.2		0.11-0.30		12.2-13.6		1.10-1.59		0.00-0.10		0.15-0.30		0.70-1.30		2.73-4.15		3.91-5.13		5	
Mz210	柿崎町竹鼻万蔵川	73.7-77.9		0.11-0.23		13.1-13.9		1.00-1.53		0.00-0.14		0.08-0.21		1.01-1.28		2.78-3.91		3.25-4.95		5	
Nwg-1	寺泊町山田	79.1-79.8		0.23-0.32		11.8-12.1		1.13-1.39		0.00-0.03		0.26-0.30		1.46-1.60		2.71-3.11		2.08-2.48		2	
Nwg-1	寺泊町山田	77.7-78.7		0.16-0.33		11.7-12.5		1.12-1.49		0.00-0.13		0.21-0.30		1.46-1.72		3.39-4.44		2.00-2.59		4	
Nwg-1	寺泊町山田	77.1-79.4		0.25-0.43		11.3-12.0		1.12-1.43		0.00-0.19		0.23-0.45		1.48-1.69		3.67-4.05		1.37-2.40		5	
Jrg-1	出雲崎町常楽寺	79.3-80.2		0.22-0.33		11.7-12.1		1.17-1.40		0.00-0.02		0.25-0.31		1.44-1.57		2.60-3.00		2.04-2.64		2	
Nwg-1	西山町田沢	75.4-79.4		0.18-0.34		11.8-13.5		1.20-1.44		0.00-0.10		0.12-0.27		1.19-1.69		3.50-4.25		1.29-4.29		4	
Mz140	柿崎町竹鼻万蔵川	78.0-79.0		0.15-0.34		11.7-12.2		1.12-1.67		0.02-0.17		0.21-0.27		1.45-2.00		2.92-3.92		1.96-3.17		4	
Mz220	柿崎町竹鼻万蔵川	78.4-79.0		0.22-0.34		11.3-11.8		1.12-1.49		0.00-0.09		0.23-0.33		1.45-1.64		2.10-4.05		3.25-3.67		5	

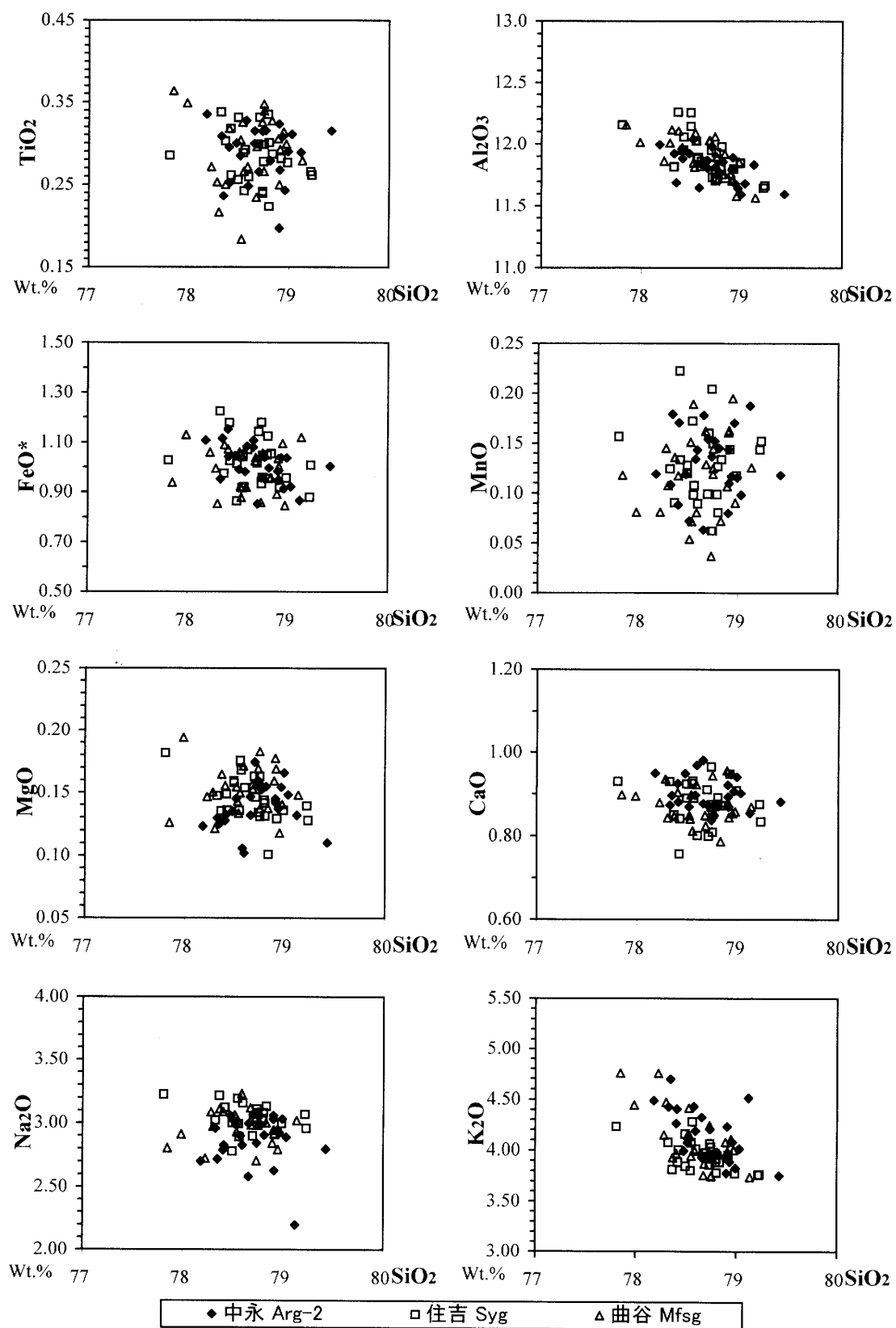


Fig.6 Chemical composition of glass shards of the Arg-2 Tephra at Chuei in the Chuo Oil Field, the Syg at Sumiyoshi in the Nishiyama Oil Field and the Mfsg at Fukitani Bridge (Fig.3A), Magaritani in the Shitada area.

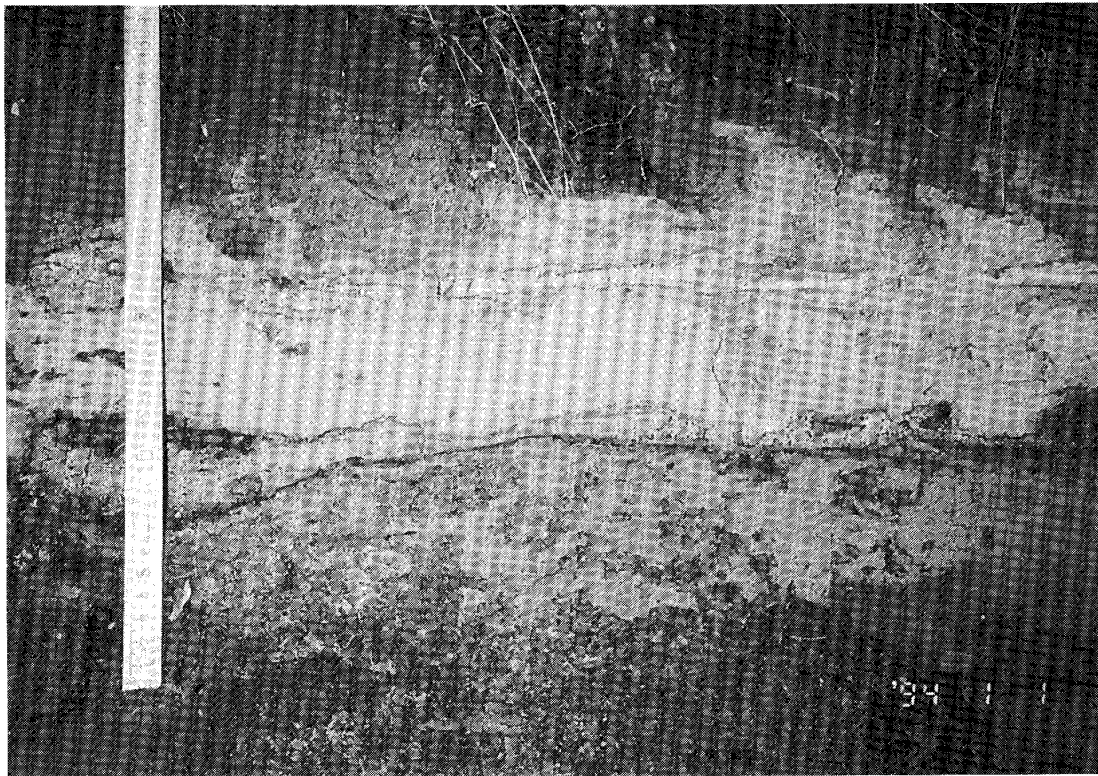


Photo 9 Field occurrence of the Mfsg Tephra Bed in the lower Minagawa Formation at Magaridani (Fig.3A) in the Shitada area.

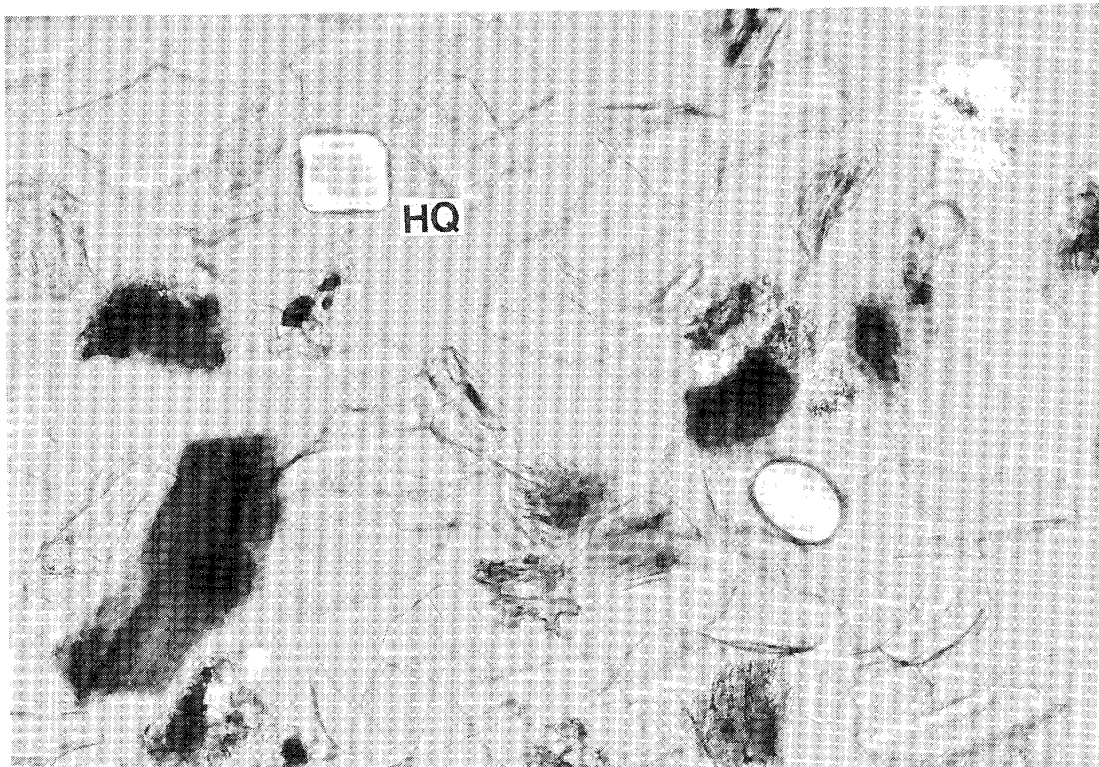


Photo 10 Components of the Mfsg Tephra in the at Magaridani (Fig.3A) in the Shitada area. The Mfsg is correlative to the Arg-2 Tephra Bed.

### (3) 新潟地域における Arg-2 テフラ層の新たな検出

#### 1. 西山油帯の住吉ガラス質テフラ層 (S<sub>yg</sub>)

新潟地域において、荒谷ガラス質テフラ層 2 (Arg-2) は、中央油帯の中永トンネル西口、西山町荒谷ルートおよび模式地である田沢ルートで見出されている。今回、西山油帯および下田村地域からも Arg-2 テフラ層に対比されるテフラ層を見出した。

西山油帯の出雲崎町住吉において、西山層中部に挟在する住吉ガラス質テフラ層 (S<sub>yg</sub>) (層厚 26 cm) (黒川ほか, 1992) は高温型石英を含み、ガラスは偏平型が多い。また少量の褐色ガラスを含む。有色鉱物は斜方輝石、単斜輝石、鉄鉱物、ホルンブレンドなどを含む。火山ガラスの化学組成は Fig. 6 および Table 1 に示すように、Arg-2 のガラスと同一の領域を占める。以上のことから、西山油帯における S<sub>yg</sub> テフラ層は Arg-2 テフラ層に対比される。

#### 2. 下田村曲谷の吹谷橋ガラス質テフラ層 (M<sub>fsg</sub>) (新称)

三条市東方の下田村曲谷の吹谷橋下 (Fig. 3A) において、吹谷橋ガラス質テフラ層 (M<sub>fsg</sub>) (新称) が見出される。この層準は柳沢・須藤 (2002) が設定した平層と皆川層の境界のすぐ上位の皆川層最下部に相当する。

吹谷橋ガラス質テフラ層 (M<sub>fsg</sub>) は砂質シルト層中に挟在し、層厚 10 cm (Photo 9)。基底の 2 cm 程度は極細粒砂サイズで、その上位はシルトサイズに級化するガラス質テフラ層である。高温型石英を含み (Photo 10)、火山ガラスの形状は偏平型が多く、bubble junction 型も見られるほか、Tb 型も含まれる。少量の褐色ガラスを含む。有色鉱物は黒雲母のほか、ホルンブレンド、斜方輝石などを含む。火山ガラスの化学組成は Fig. 6 および Table 1 に示すように、Arg-2 と同一の領域を占める。以上のことから、M<sub>fsg</sub> テフラ層は Arg-2 テフラ層に対比されるものと考えられる。

なお Arg-2 テフラ層の年代に関しては、それに対比される富山県十二町層の T1 テフラ層 (層厚 20 cm) の約 14 m 上位に、2.75 Ma とされる石灰質ナンノ化石基準面 Datum A 見出されることから、2.75 Ma よりも古い (大久保ほか, 2000)。また十二町層において、T1 (Arg-2) テフラ層の約 20 m 上位に 2.65 Ma 前後とされる新潟地域の Ftj テフラ層 (黒川, 1999) に対比される T3 テフラ層が見出される。堆積速度がおおむね一定であるとする、以上のことから Arg-2 テフラ層の年代は 3.0 Ma 前後と想定される (Fig. 11)。

## 第 2 章 新潟地域における Mot テフラ層の対比

西山油帯の寺泊町山田ルート (Fig. 3C) においては、Nwg-2 テフラ層の 3 m 上位に黒雲母結晶の目立つ明ヶ谷ガラス質テフラ層 (Mot) (層厚 4 cm) が挟在し、その模式地とされている (黒川ほか, 1992) (Photo 11)。今回、新潟地域において Mot テフラ層の分布を検討し、下田村飯田の坂本林道 (Fig. 3A)、東山丘陵の見附市田井川ルート (Fig. 3B)、および米山西方の柿崎町万蔵川ルート (Fig. 3F) で見出した。なお現在のところ、Arg-2 テフラ層と Mot テフラ層の上下関係を確認できる露頭はないが、ともに Arg-1 (= Nwg-2) の直上の極近い層準にある。ただし、西山町田沢ルートでは Arg-2 は Nwg-2 (Arg-1) の 110 cm 上位、寺泊町山田では Mot は Nwg-2 の 3 m 上位に見出されることから、Arg-2 よりも Mot の方がやや上位であると予測される。

#### 1. 下田村飯田 (坂本林道) の Mot テフラ層

下田村坂本林道沿いにおいて、平層のシルト層に挟在する白色ガラス質テフラ層で、層厚 8 cm (Photo 13)。細粒砂サイズから極細粒砂サイズに級化し、黒雲母結晶が目立つ。火山ガラスはやや厚手の偏平型が多く、またガラスの化学組成も CaO が 0.45% など模式地の Mot に一致する (Fig. 7, Table 2)。

下田村坂本の Mot の下位 2 m に白色の結晶質テフラ層 (層厚 4 cm) が見出される (Photo 14)。これを坂本結晶質テフラ層 (Skwc) と新称する。Skwc テフラ層は斜長石結晶を 50% 近く含み、またガラス

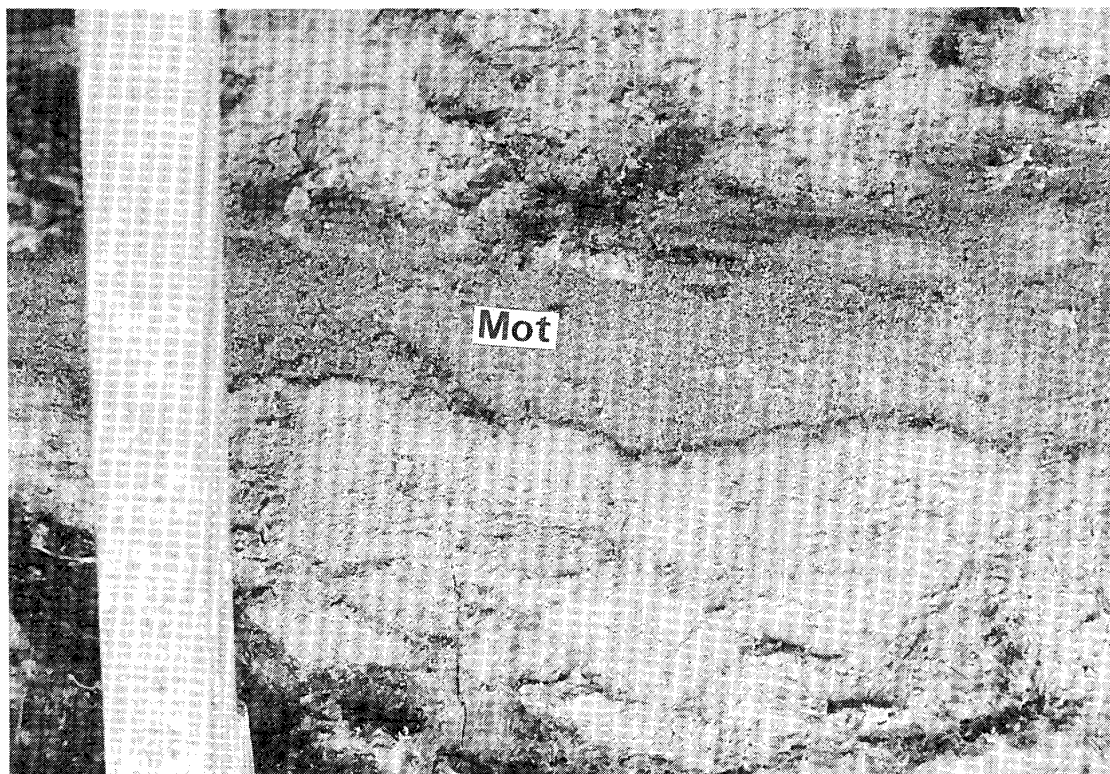


Photo 11 Field occurrence of the Mot Tephra Bed (4cm thick) in the Nishiyama Formation at Yamada in the Nishiyama Oil Field. Biotite crystal is conspicuous in the Mot Tephra.

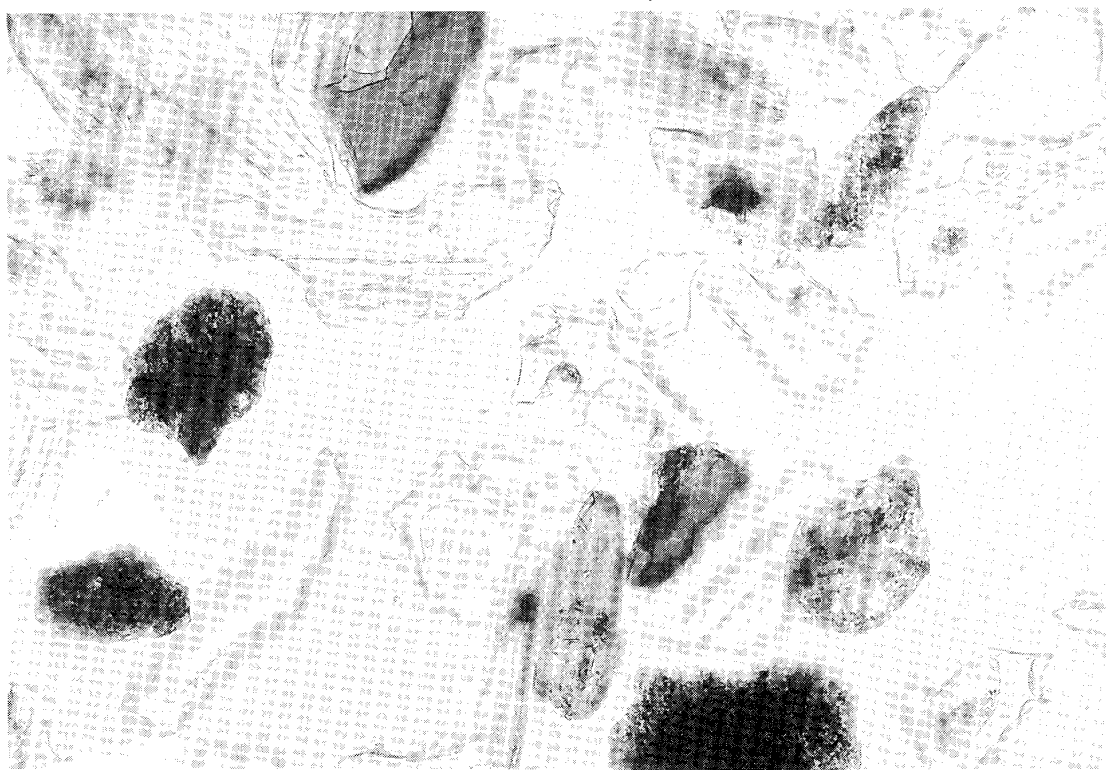


Photo 12 Components of the Mot Tephra at Yamada (Photo 11). Biotite crystals are abundant.





Photo 13 Field occurrence of the Mot Tephra Bed at Sakamoto (Fig.3A) (8cm thick) in the Shitada area.



Photo 14 Field occurrence of the Skwc Tephra Bed at Sakamoto (4cm thick), 2m below the Mot Tephra Bed, in the Shitada area.



Photo 15 Components of the Mz135 Tephra at Manzogawa (Photo 17) (Fig.3F), Kakizaki in the Yoneyama area.



Photo 16 Components of the Skwc Tephra at Sakamoto (Photo 14) in the Shitada area. Plagioclase crystals are abundant.



Photo 17 Field occurrence of the Mz135 Tephra (10cm thick) at Manzogawa (Fig.3F) in the Takegahana Formation in the Yoneyama area.

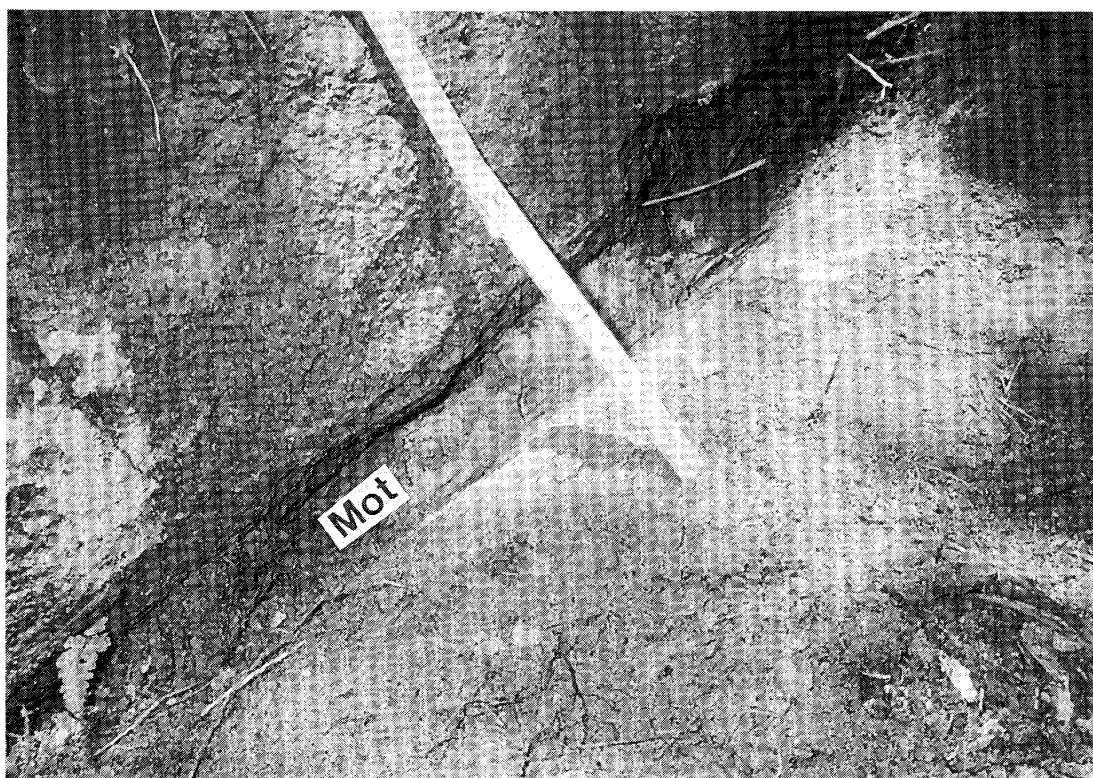


Photo 18 Field occurrence of the Mot Tephra (8cm thick) at Tai (Fig.3B), Mitsuke in the northern Higashiyama Hills.



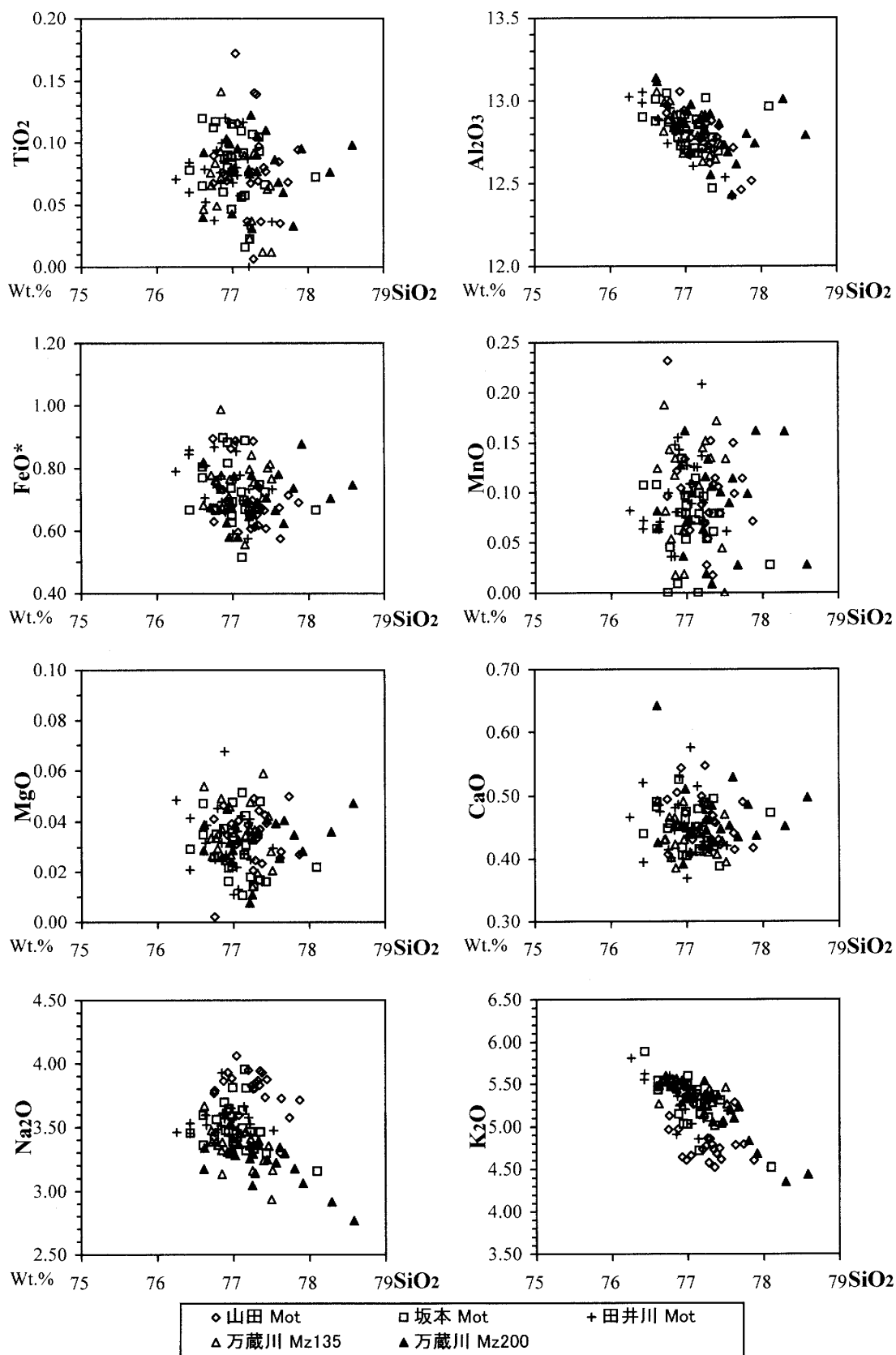


Fig.7 Chemical composition of glass shards of the Mot Tephra at Yamada in the Nishiyama Oil Field, at Sakamoto in the Shitada area, at Taigawa in the northern Higashiyama Hills and the Mz135 and Mz200 Tephtras along the Manzogawa route in the Yoneyama area.

Table 2 Chemical composition of the glass shards of the Mot, Ntg, Ftj Tephtras and their correlative Tephtras. The upper table shows the average (Ave.) and standard deviation (S.D). [n] shows the analytical number of grains and [r] shows the analytical round. The bottom table shows the ranges of the composition.

Tephra Bed	Sample Locality	SiO <sub>2</sub>		TiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		FeO*		MnO		MgO		CaO		Na <sub>2</sub> O		K <sub>2</sub> O		n	r
		Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.		
Ftj	長岡市八石山北	77.29	0.21	0.05	0.03	12.80	0.08	1.01	0.13	0.05	0.05	0.03	0.01	0.80	0.05	2.72	0.21	5.26	0.22	25	1
Ftj	長岡市物見山	77.31	0.24	0.05	0.02	12.84	0.10	1.07	0.10	0.04	0.04	0.04	0.01	0.81	0.05	2.79	0.16	5.04	0.19	23	1
UN	富山県氷見市小境	77.22	0.33	0.05	0.03	12.77	0.13	1.04	0.09	0.05	0.05	0.04	0.01	0.79	0.05	2.88	0.18	5.17	0.27	23	1
T3	富山県氷見市清水	77.34	0.20	0.04	0.03	12.76	0.09	1.01	0.11	0.03	0.03	0.03	0.02	0.80	0.06	3.04	0.13	4.94	0.23	25	1
南谷2	三重県桑名市上深谷部北西	77.28	0.23	0.03	0.02	12.82	0.13	1.04	0.10	0.06	0.05	0.04	0.01	0.81	0.04	2.83	0.18	5.10	0.14	25	1
Ntg	西山町灰爪林道	75.05	0.24	0.32	0.04	13.58	0.12	1.40	0.11	0.06	0.04	0.26	0.02	1.25	0.07	4.24	0.22	3.84	0.29	25	2
Mz130	柿崎町竹ヶ鼻万蔵川	74.99	0.27	0.33	0.04	13.65	0.10	1.42	0.16	0.07	0.04	0.27	0.03	1.24	0.05	4.63	0.17	3.39	0.12	25	2
Mot	寺泊町山田	77.26	0.30	0.08	0.04	12.77	0.16	0.70	0.10	0.10	0.05	0.03	0.01	0.46	0.04	3.80	0.16	4.80	0.21	22	3
Mot	見附市田井川	76.92	0.29	0.07	0.03	12.83	0.12	0.74	0.09	0.10	0.04	0.03	0.01	0.46	0.05	3.53	0.12	5.32	0.23	24	3
Mot	下田村坂本	77.05	0.34	0.08	0.03	12.81	0.14	0.71	0.09	0.07	0.04	0.03	0.01	0.45	0.04	3.51	0.18	5.28	0.29	24	3
Mz135	柿崎町竹ヶ鼻万蔵川	77.07	0.29	0.07	0.03	12.82	0.12	0.75	0.09	0.10	0.05	0.04	0.01	0.44	0.03	3.33	0.16	5.40	0.15	20	3
Mz200	柿崎町竹ヶ鼻万蔵川	77.35	0.50	0.08	0.03	12.84	0.17	0.71	0.08	0.09	0.05	0.03	0.01	0.46	0.05	3.24	0.18	5.19	0.35	21	3

Tephra	Sample Locality	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	r
Ftj	長岡市八石山北	76.9-77.8	0.00-0.14	12.6-13.0	0.73-1.31	0.00-0.18	0.01-0.05	0.72-0.94	2.44-3.45	4.69-5.71	1
Ftj	長岡市物見山	76.8-77.9	0.01-0.11	12.7-13.1	0.90-1.29	0.00-0.13	0.01-0.06	0.68-0.90	2.47-3.05	4.67-5.32	1
UN	富山県氷見市小境	76.4-77.6	0.00-0.12	12.6-13.2	0.91-1.30	0.00-0.15	0.02-0.06	0.69-0.94	2.58-3.26	4.85-5.76	1
T3	富山県氷見市清水	76.9-77.7	0.00-0.09	12.6-13.0	0.78-1.19	0.00-0.14	0.00-0.07	0.66-0.90	2.81-3.29	4.65-5.52	1
南谷2	三重県桑名市上深谷部北西	76.9-77.9	0.00-0.09	12.6-13.0	0.82-1.24	0.00-0.20	0.02-0.05	0.75-0.89	2.36-3.17	4.70-5.33	1
Ntg	西山町灰爪林道	74.6-75.4	0.25-0.41	13.3-13.8	1.21-1.59	0.00-0.16	0.24-0.30	1.03-1.38	3.80-4.57	3.39-4.36	2
Mz130	柿崎町竹ヶ鼻万蔵川	74.5-75.4	0.22-0.40	13.5-13.9	1.06-1.73	0.00-0.15	0.23-0.34	1.14-1.34	4.29-4.95	3.22-3.64	2
Mot	寺泊町山田	76.7-77.9	0.01-0.17	12.4-13.1	0.58-0.90	0.02-0.23	0.00-0.05	0.41-0.55	3.30-4.06	4.52-5.28	3
Mot	見附市田井川	76.3-77.5	0.00-0.12	12.5-13.1	0.58-0.89	0.04-0.21	0.01-0.07	0.37-0.58	3.34-3.93	4.85-5.81	3
Mot	下田村坂本	76.4-78.1	0.02-0.12	12.5-13.0	0.51-0.90	0.00-0.13	0.01-0.05	0.39-0.53	3.16-3.95	4.52-5.89	3
Mz135	柿崎町竹ヶ鼻万蔵川	76.6-77.5	0.01-0.14	12.6-13.1	0.56-0.99	0.00-0.19	0.01-0.06	0.39-0.49	2.93-3.67	5.07-5.60	3
Mz200	柿崎町竹ヶ鼻万蔵川	76.6-78.6	0.03-0.12	12.4-13.1	0.58-0.88	0.01-0.16	0.01-0.05	0.39-0.64	2.77-3.52	4.36-5.54	3

は薄手の多孔質型が多い (Photo 16)。有色鉱物は鉄鉱物と輝石類が多い。

## 2. 見附市田井川ルート of Mot テフラ層

田井川ルート of 牛ヶ首層上部のシルト層に挟在する白色ガラス質テフラ層で、層厚 8 cm (Photo 18)。細粒砂サイズから極細粒砂サイズに級化し、黒雲母結晶が目立つ。鏡下ではやや厚手の偏平型ガラスが多く、また火山ガラスの化学組成も CaO が 0.46% など模式地の Mot に一致する (Fig.7, Table 2)。

## 3. 柿崎町万蔵川ルート of Mot テフラ層

柿崎町万蔵川ルート of 竹ヶ鼻層の泥岩中には多数のテフラ層が挟在している (米山団体研究グループ, 1973, 渡辺ほか, 2003)。このうち万蔵川 140 (Mz140) テフラ層 (米山団体研究グループ, 2003) (層厚 6 cm) は高温型石英を含み、Nwg-1 テフラ層に対比され、その 35m 上位の Mz130 テフラ層 (層厚 5 cm) は西山油帯における田中ガラス質テフラ層 (Tkg) (黒川ほか, 1992) に対比されている (青木, 2004)。なお西山油帯灰爪林道における Ntg テフラ層 (黒川ほか, 1989) は Tkg テフラ層に対比される。

Mz140 (Nwg-1) と Mz130 (Tkg) の間 (Mz130 の 12m 上位) には Mz135 が挟在する (Photo 17)。Mz135 テフラ層は黒雲母結晶が目立つガラス質テフラ層で、層厚 10cm。細粒砂サイズから極細粒砂サイズに級化する。鏡下ではやや厚手の偏平型ガラスが多く (Photo 15)、また火山ガラスの化学組成も CaO

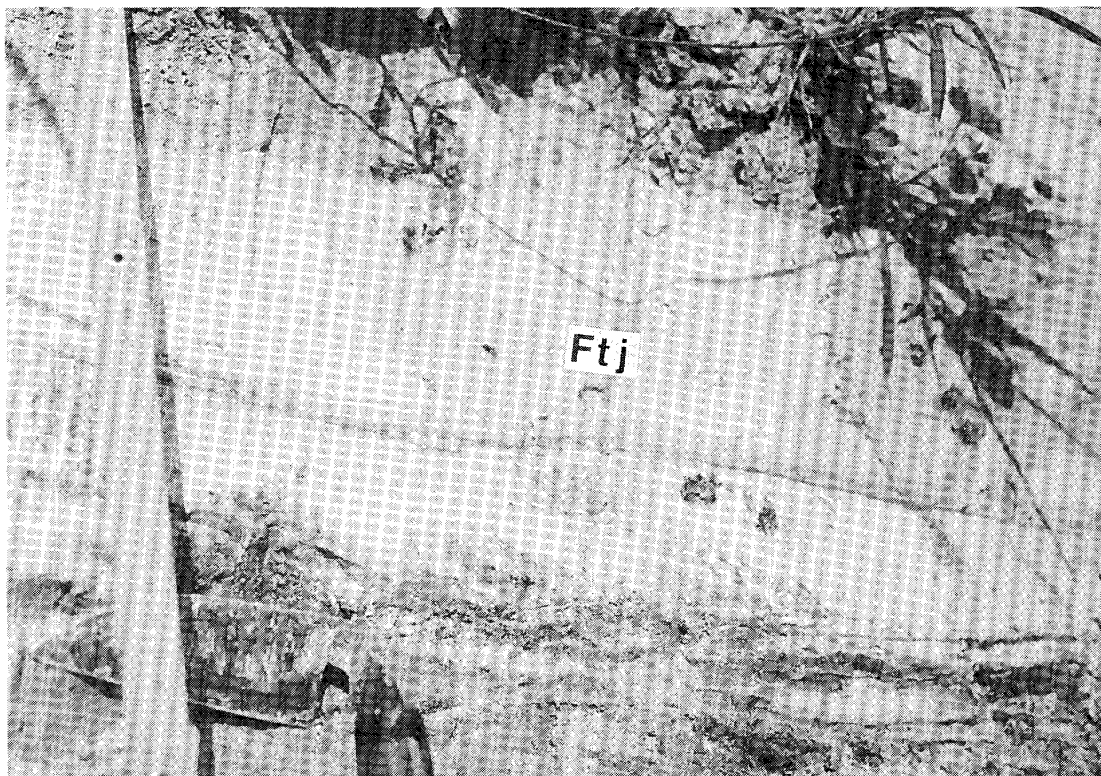


Photo 19 Field occurrence of the Ftj Tephra Bed (30cm thick) in the Nishiyama Formation at Hachikokusankita in the Chuo Oil Field.



Photo 20 Glass shards of the Ftj Tephra at Jorakuji, Izumozaki in the Chuo Oil Field.

が0.44%など特徴的な低い値を示すなど、模式地のMotのガラスの組成に一致する (Fig.7, Table 2)。以上の層準, 産状, 記載岩石学的特徴および火山ガラスの化学組成の一致から, Mz135テフラ層はMotテフラ層に対比される。またこの対比から, Mz135テフラ層はMz140 (Ntg) テフラ層より23m程度下位であることがわかる。

なお万蔵川ルートでは地層は西に傾斜しているが, Mz140テフラ層の東方約280mの, 北陸自動車道の東側に露出するMz220テフラ層 (層厚5-9 cm) はMz140 (Nwg-1) に, その上位40cmのMz210 (層厚8 cm) はNwg-2に, その5 m上位のMz200 (層厚9 cm) はMz135 (Mot) にそれぞれ対比されると考えられる。すなわちMz220テフラ層は高温型石英を含み, 火山ガラスの形状と組成 (Table 1) もNwg-1に類似する。Mz210テフラ層は高温型石英を含まず, 火山ガラスは扁平型と多孔質型が多く, 少量の褐色ガラスを含む。火山ガラスの化学組成をTable 1に示したが, Mz210の火山ガラスはNwg-2と同一の組成領域を示す。Mz210はNwg-1に対比されるMz220の40cm上位にあることからNwg-2 (= Arg-1) テフラ層に対比されると考えられる。またMz200は黒雲母結晶が目立ち, 火山ガラスの化学組成もFig.7およびTable 2に示すように, Mz135と同様に, Mot テフラ層と同一の組成領域を占める。したがって, 柿崎町万蔵川ルートでは断層などの存在によって, 地層が繰り返しているものと考えられる。なお, Nwg-1とNwg-2テフラ層は, とともに模式地である寺泊町山田で最も厚いことから, 今後さらに北方の地域でも見出される可能性がある。

さらに新潟地域において, これらのテフラ層の上位にあつて, 氷見層群のUN テフラ層などに対比されているFtj テフラ層の産状をFig.19に, 火山ガラスの形状をFig.20に, またFtjおよびそれに対比されているテフラ層の火山ガラスの化学組成を参考のためにTable 2に示した。

## 第2章 新潟地域におけるTsp テフラ層の分布と新たな対比

八石油帯において菅沼層に挟在する武石パミス質テフラ層 (Tsp) (沢栗・黒川, 1986) は新潟地域において広範囲に追跡されている。西山・中央油帯においてはTsp-1とTsp-2の二つのユニットがセットになって西山層中部に広く追跡される (Photo 21)。下田村曲谷 (Fig.3A) では皆川層の曲谷パミス質テフラ層 (Mdp) (層厚30cm) (Photo 24) に対比される (樋口ほか, 2001)。東山丘陵南部の小千谷市野辺川ルートでは牛ヶ首層上部のNA10テフラ層がTsp-1に対比される (三浦・黒川, 1995) (Photo 25)。魚沼丘陵においては魚沼層群下部の大池I テフラ層 (OKI) (柳沢ほか, 1985) がTspに対比される (黒川・三浦, 1993)。東頸城丘陵においては, 魚沼層群下部の上蝦池ガラス質テフラ層 (Kag) (風岡, 1988) がTsp テフラ層に対比されている (三浦・黒川, 1995)。なおTsp テフラ層は, 富山周辺の呉羽山礫層中に見出される谷ロテフラ層 (Tng) に対比しうることが示されている (町田・新井, 2003; 田村・山崎, 2004)。なおTngは高温型石英を特徴的に含むとされているが, 新潟地域のTsp 相当テフラ層には, 高温型石英は極微量しか含まれない。なおTspの年代については, 2.25Ma前後と見積もられている (黒川, 1999a)。

今回, 新潟地域でこれまで知られている分布域より北方にあたる新津丘陵地域および加茂市東部地域でTsp テフラ層の検出を試みた。また魚沼丘陵地域および新井市富倉背斜地域におけるTsp テフラ層の対比の再検討を行った。

### (1) 新津-加茂地域での対比の検討

#### 1. 新津丘陵地域平層のMiyp テフラ層との対比

五泉市宮古において, 平層の泥岩層に挟在する宮古パミス質テフラ層 (Miyp) (黒川ほか, 2002) (Photo 23) はTsp テフラ層に対比されることを樋口・黒川 (2003a) で指摘した。

Miyp テフラ層は層厚45cmであるが, 断層によって繰り返し現れている。基底のユニット1 (Miyp-1) (層厚1 cm) はシルトサイズで, 火山ガラスは多孔質型やF (不発) 型が多い。ユニット2 (Miyp-2) (層厚44cm) は粗粒砂ないし細粒砂サイズからシルトサイズに級化する。火山ガラスは扁平型が多い。また有色鉱物はMiyp-1もMiyp-2も黒雲母が多い。これらの特徴からMiyp-1はTsp-1に, Miyp-2は

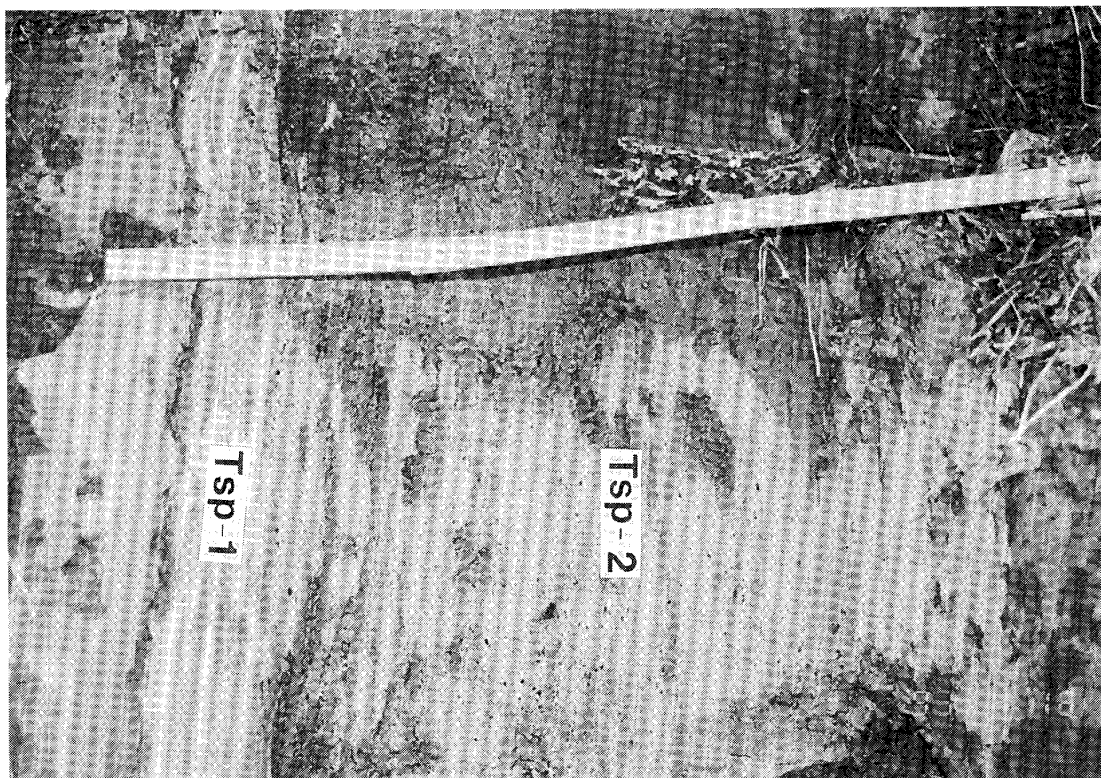


Photo 21 Field occurrence of the Tsp Tephra Bed in the Nishiyama Formation at Jorakuji in the Chuo Oil Field. Tsp Tephra Bed is composed of two units. The Tsp-1 is 5cm thick and Tsp-2 is 26cm thick (Kurokawa et al, 1989).

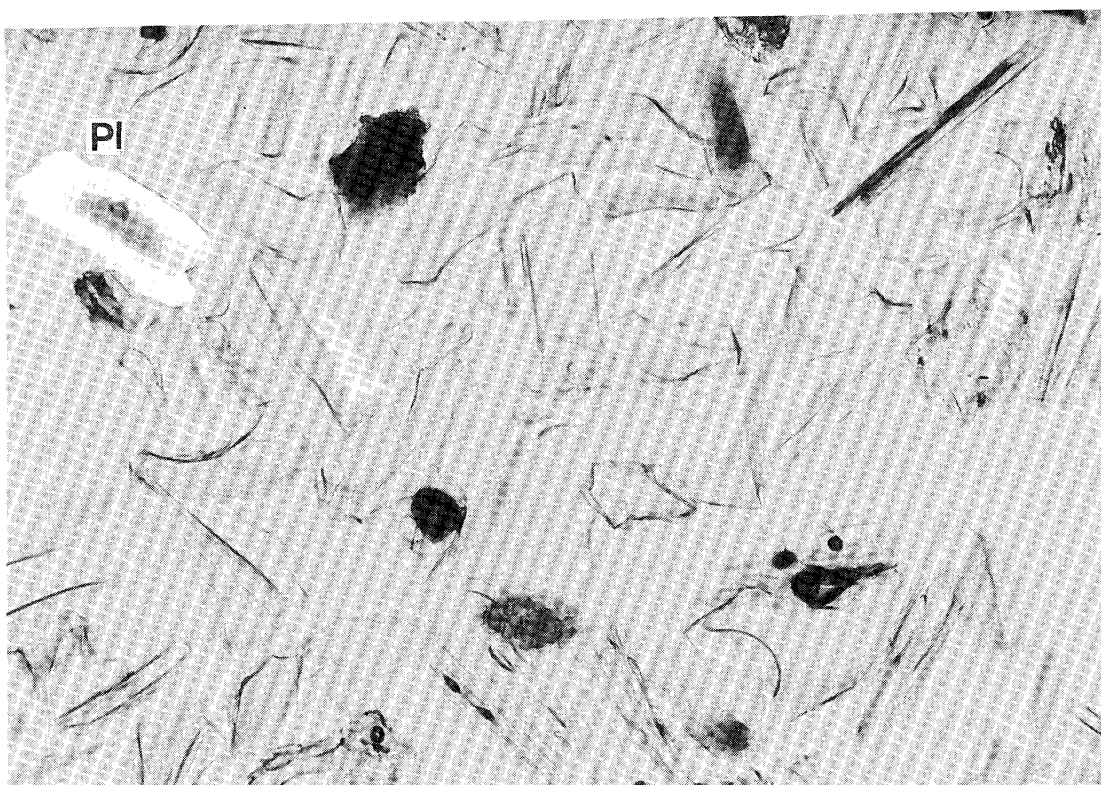


Photo 22 Components of the Tsp-2 Tephra at Ogurusu, Kashiwazaki City in the Chuo Oil Field.



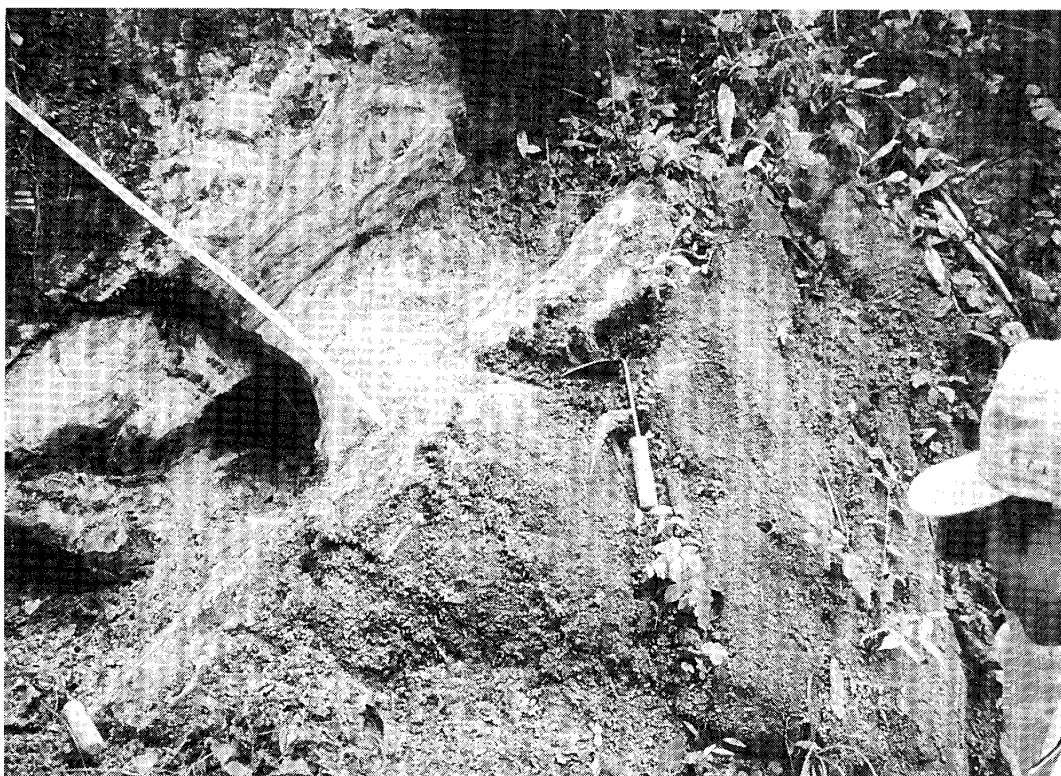


Photo 23 Field occurrence of the Miyp Tephra Bed in the Taira Formation at Miyako, Gosen City in the Niitsu Hill. The Miyp Tephra Bed is composed of two units (Kurokawa et al,2002); Miyp-1 (1cm thick) and Miyp-2 (44cm thick).

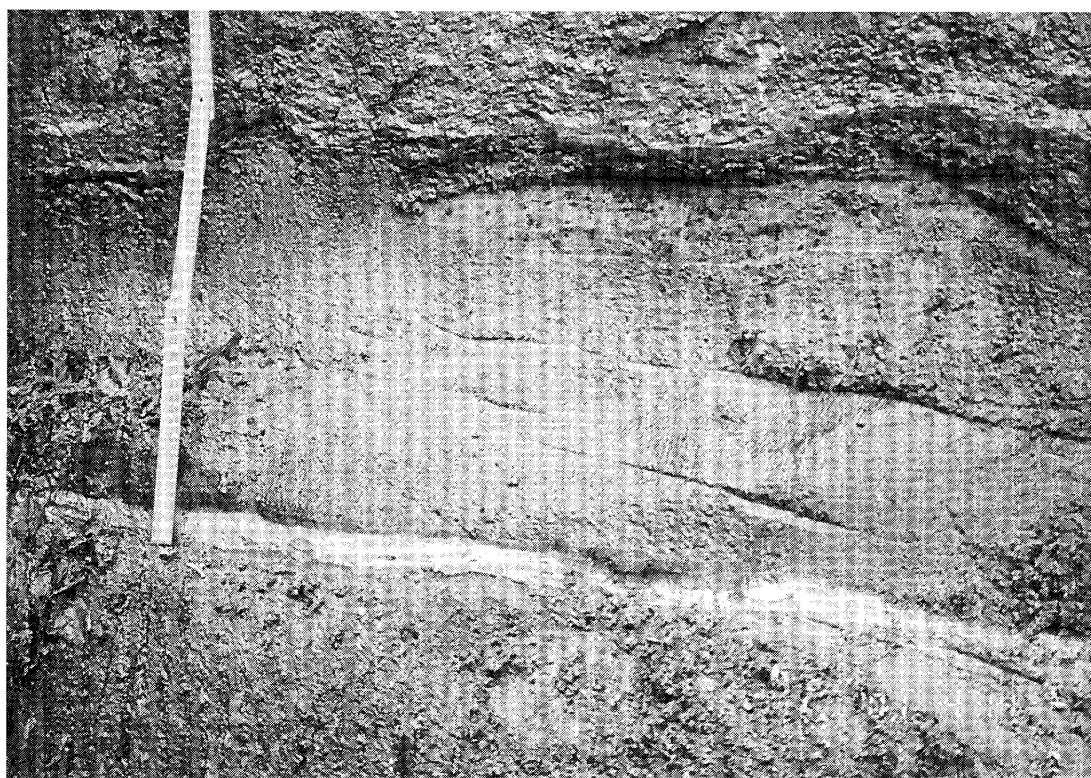


Photo 24 Field occurrence of the Mdp Tephra Bed in the Minagawa Formation at Magaridani (Fig.3A) in the Shitada area. The Mdp Tephra Bed is 30cm thick and is composed of two units (Mdp-1 and Mdp-2) (Higuchi et al,2002).

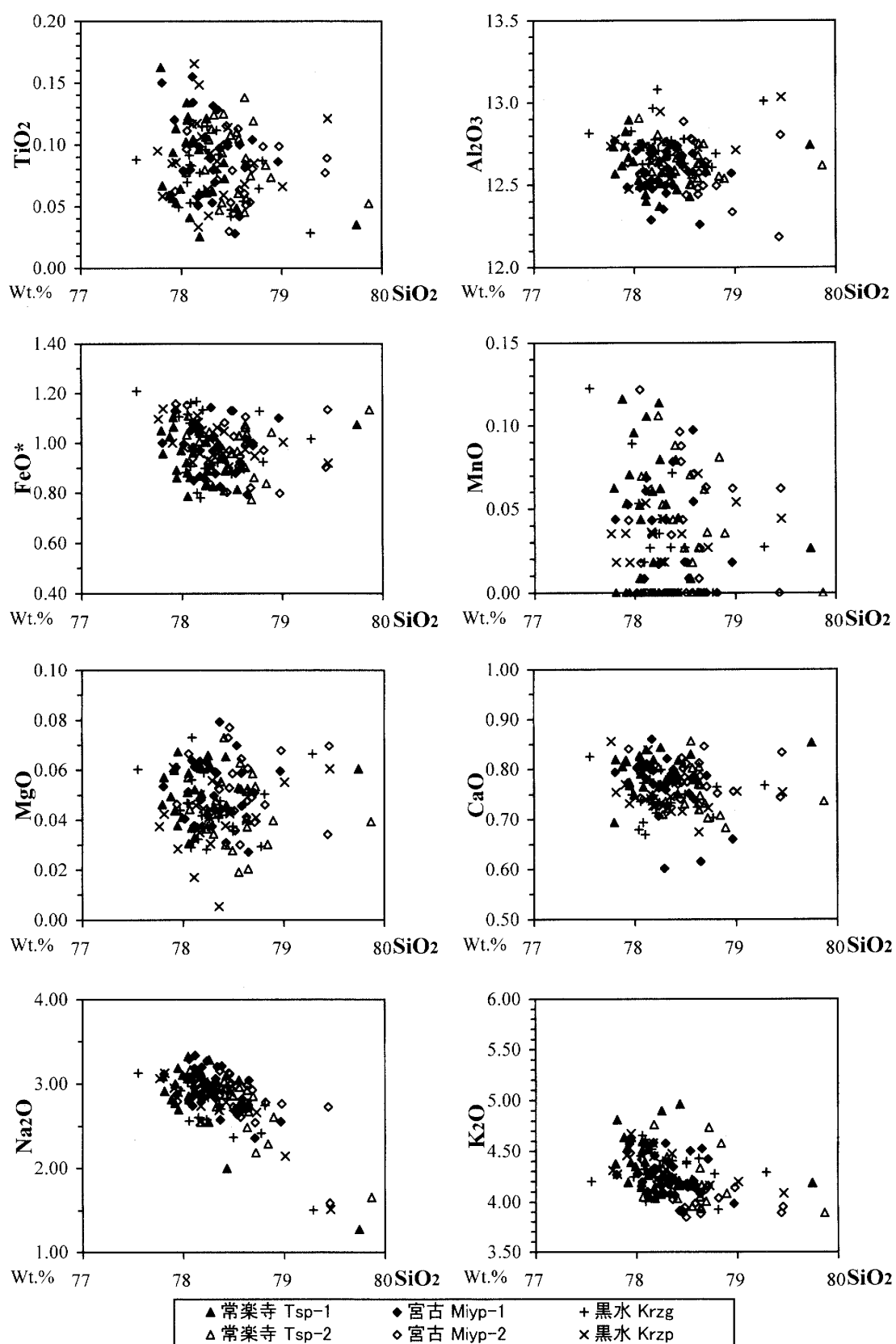


Fig.8 Chemical composition of glass shards of the Tsp-1 and Tsp-2 Tephtras at Jorakuji, the Miyp-1 and Miyp-2 Tephtras at Miyako, Gosen in the Niitsu Hill and the Krzg and Krzp Tephtras at Kuromizu, eastern Kamo City.

Table 3 Chemical composition of the glass shards of the Tsp-1, Tsp-2, Hap-2 Tephra and their correlative Tephra. Composition of the Hwp and Kop is also shown. Ave. is the average and S.D. is the standard deviation. [n] shows the analytical number of grains and [r] shows the analytical round.

Tephra Bed	Sample Locality	SiO <sub>2</sub>		TiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		FeO*		MnO		MgO		CaO		Na <sub>2</sub> O		K <sub>2</sub> O		n	r
		Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.		
Tsp-2	出雲崎町常楽寺	78.54	0.35	0.09	0.03	12.63	0.10	0.98	0.10	0.03	0.03	0.05	0.01	0.76	0.04	2.74	0.32	4.19	0.23	25	1
Tsp-2	出雲崎町常楽寺	77.74	0.25	0.11	0.04	12.40	0.15	1.10	0.08	0.01	0.02	0.05	0.02	0.79	0.04	3.52	0.16	4.27	0.20	23	2
Tsp-1	出雲崎町常楽寺	78.18	0.39	0.08	0.03	12.62	0.14	0.95	0.09	0.05	0.04	0.05	0.01	0.79	0.04	2.89	0.44	4.39	0.27	24	1
Miyp-2	五泉市宮古	78.58	0.36	0.08	0.02	12.59	0.16	0.99	0.11	0.04	0.04	0.05	0.01	0.78	0.03	2.83	0.33	4.06	0.17	23	1
Miyp-1	五泉市宮古	78.31	0.27	0.09	0.03	12.55	0.14	0.97	0.10	0.03	0.03	0.05	0.01	0.76	0.06	2.93	0.26	4.31	0.19	23	1
Krzp	加茂市黒水	78.31	0.38	0.09	0.03	12.70	0.12	1.01	0.08	0.03	0.02	0.04	0.01	0.75	0.04	2.80	0.35	4.28	0.16	23	1
Krzg	加茂市黒水	78.23	0.45	0.08	0.04	12.77	0.24	1.01	0.14	0.03	0.03	0.05	0.02	0.79	0.18	2.77	0.33	4.28	0.32	25	1
Mdp-2	下田村曲谷	78.51	0.30	0.08	0.03	12.67	0.11	0.95	0.09	0.03	0.04	0.05	0.01	0.78	0.04	2.98	0.25	3.96	0.16	25	1
Mdp-1	下田村曲谷	78.11	0.41	0.09	0.05	12.59	0.18	0.99	0.27	0.04	0.04	0.06	0.05	0.82	0.22	2.84	0.59	4.46	0.71	19	1
NA10	小千谷市野辺川	78.22	0.32	0.09	0.04	12.62	0.12	1.00	0.11	0.04	0.04	0.05	0.02	0.79	0.04	2.79	0.38	4.41	0.18	23	1
Tsp-2	西山町灰爪林道	78.49	0.35	0.09	0.03	12.61	0.15	0.95	0.09	0.04	0.03	0.05	0.02	0.79	0.04	2.86	0.28	4.12	0.17	23	1
Tsp-1	西山町灰爪林道	78.08	0.21	0.09	0.03	12.63	0.12	0.99	0.10	0.04	0.04	0.05	0.02	0.80	0.05	3.11	0.13	4.22	0.17	24	1
Tsp-2	西山町上山田	78.47	0.44	0.08	0.03	12.59	0.13	1.01	0.09	0.03	0.03	0.05	0.01	0.78	0.04	2.97	0.36	4.03	0.20	21	1
Tsp-1	西山町上山田	78.24	0.31	0.09	0.03	12.57	0.12	0.98	0.11	0.05	0.04	0.04	0.01	0.77	0.04	3.03	0.30	4.22	0.14	24	1
Wzp-2	川口町和南津沢	78.20	0.32	0.09	0.03	12.64	0.14	0.99	0.10	0.04	0.03	0.05	0.01	0.80	0.04	2.72	0.33	4.48	0.27	23	1
Wzp-1	川口町和南津沢	78.20	0.22	0.09	0.03	12.61	0.11	0.98	0.09	0.04	0.04	0.05	0.01	0.77	0.04	2.89	0.25	4.38	0.24	25	1
Kog	川口町小和北	78.30	0.30	0.08	0.02	12.59	0.13	0.98	0.08	0.03	0.03	0.05	0.01	0.78	0.04	2.75	0.35	4.45	0.21	22	1
OK I	十日町市大池(田川)	78.44	0.44	0.09	0.03	12.66	0.14	0.99	0.10	0.04	0.04	0.05	0.01	0.79	0.05	2.79	0.50	4.14	0.18	22	1
Kag 4	松之山町上鰯池	78.43	0.27	0.07	0.03	12.59	0.12	0.96	0.09	0.05	0.04	0.05	0.01	0.77	0.05	2.77	0.23	4.31	0.26	24	1
Kag 3	松之山町上鰯池	78.23	0.27	0.09	0.03	12.57	0.11	0.94	0.11	0.04	0.04	0.05	0.01	0.77	0.04	3.20	0.28	4.11	0.24	25	1
Kag 1	松之山町上鰯池	78.16	0.36	0.08	0.02	12.62	0.14	1.00	0.13	0.03	0.03	0.05	0.01	0.80	0.04	2.59	0.49	4.66	0.55	24	1
Kag 0	松之山町上鰯池	78.18	0.34	0.08	0.03	12.62	0.14	0.97	0.11	0.05	0.04	0.05	0.01	0.78	0.05	2.91	0.41	4.37	0.32	24	1
Hap-2	出雲崎町常楽寺	77.36	0.30	0.08	0.03	12.69	0.12	0.96	0.08	0.03	0.04	0.03	0.01	0.87	0.05	3.49	0.22	4.50	0.22	19	2
Hap-2	出雲崎町常楽寺	77.83	0.45	0.02	0.02	12.89	0.22	0.88	0.11	0.02	0.02	0.03	0.01	0.79	0.05	2.78	0.21	4.76	0.27	23	3
Hap-2	出雲崎町久田南	77.80	0.37	0.02	0.02	12.88	0.17	0.89	0.10	0.01	0.02	0.03	0.01	0.82	0.06	3.02	0.22	4.53	0.19	23	3
Hap-2	下田村曲谷	77.98	0.36	0.01	0.02	12.86	0.11	0.84	0.10	0.03	0.04	0.03	0.01	0.80	0.05	2.78	0.25	4.67	0.30	23	3
NA13C	小千谷市十二平	77.30	0.23	0.03	0.03	12.85	0.10	0.92	0.10	0.03	0.04	0.03	0.01	0.82	0.04	2.27	0.28	5.76	0.45	21	3
Is-g	高柳町石黒川	79.46	0.65	0.02	0.02	13.29	0.14	0.91	0.10	0.02	0.02	0.03	0.01	0.85	0.04	2.34	0.30	3.08	0.35	22	3
Kap	松之山町上鰯池	77.45	0.24	0.03	0.03	12.74	0.12	0.86	0.10	0.03	0.03	0.03	0.01	0.81	0.04	2.05	0.19	6.00	0.12	20	3
Hrp	新井市平丸	78.01	0.71	0.04	0.03	12.85	0.12	1.00	0.13	0.01	0.02	0.03	0.01	0.75	0.07	2.74	0.31	4.58	0.36	23	3
Oop	名立町大菅	77.71	0.48	0.02	0.02	12.97	0.12	0.93	0.15	0.02	0.03	0.03	0.01	0.82	0.06	2.33	0.17	5.16	0.29	20	3
Kop	川口町小和北	77.74	0.21	0.12	0.03	12.44	0.16	1.09	0.10	0.01	0.01	0.05	0.02	0.78	0.04	3.58	0.09	4.20	0.10	25	2
Hwp	新井市平丸	78.11	0.39	0.04	0.03	12.85	0.12	0.77	0.11	0.04	0.04	0.03	0.01	0.86	0.04	1.89	0.32	5.41	0.18	22	1

Tsp-2に相当すると考えられる。Miyp-2と出雲崎町常楽寺ルートにおける Tsp-2の火山ガラスの組成を Fig.8および Table 3,4に示した。これらは同一の領域を占め、宮古パミス質テフラ層 (Miyp) は Tsp テフラ層に対比される。

## 2. 加茂市黒水の皆川層中のテフラ層との対比の検討

加茂市黒水において、皆川層の砂質シルト層に黒水ガラス質テフラ層 (Krzg) (層厚16cm), およびその約13m上位に黒水パミス質テフラ層 (Krzp) (層厚 6 cm) が挟在している (黒川ほか, 2002)。Krzgは細粒砂サイズからシルトサイズに級化し、平行ラミナが発達する。Krzpの基底のユニット1は層厚0.5cmで、細粒砂からシルトサイズに級化する。その上位のユニット2は中粒砂ないし細粒砂サイズのテフラ層で、径2-3mm程度のパミス片や軟泥礫を含む。

Krzgは扁平型と中間型ガラスが多く、有色鉱物は黒雲母が多い。またKrzpのユニット1はやや薄手のTb型と扁平型が多いが、F(不発)型も認められる。ユニット2は扁平型と中間型が多い。有色鉱物はいずれも黒雲母が多い。火山ガラスの化学組成も Fig.8および Table 3,4に示すように、Krzgも



Table 4 Ranges of the chemical composition of the glass shards shown in Table 3.

Tephra	Sample Locality	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	r
Tsp-2	出雲崎町常楽寺	78.1-78.9	0.05-0.12	12.5-12.8	0.81-1.07	0.00-0.09	0.03-0.06	0.70-0.82	2.49-3.17	3.89-4.33	1
Tsp-2	出雲崎町常楽寺	77.2-78.0	0.05-0.18	12.1-12.7	0.94-1.28	0.00-0.06	0.01-0.08	0.72-0.89	3.02-3.77	3.87-4.64	2
Tsp-1	出雲崎町常楽寺	77.8-78.4	0.04-0.12	12.4-12.8	0.79-1.10	0.00-0.12	0.04-0.07	0.75-0.84	2.70-3.33	4.04-4.64	1
Miyp-2	五泉市宮古	77.9-78.8	0.04-0.11	12.4-12.8	0.91-1.08	0.00-0.10	0.03-0.08	0.73-0.85	2.54-3.29	3.84-4.48	1
Miyp-1	五泉市宮古	77.8-78.7	0.03-0.16	12.5-12.8	0.79-1.14	0.00-0.08	0.04-0.06	0.74-0.82	2.55-3.34	4.04-4.58	1
Krzp	加茂市黒水	78.1-78.7	0.03-0.12	12.5-12.8	0.91-1.14	0.00-0.07	0.03-0.06	0.72-0.78	2.58-3.13	4.07-4.67	1
Krzg	加茂市黒水	78.1-78.8	0.04-0.11	12.5-12.8	0.88-1.17	0.00-0.07	0.03-0.06	0.67-0.80	2.37-3.13	3.93-4.65	1
Mdp-2	下田村曲谷	78.1-79.0	0.03-0.13	12.5-12.9	0.81-1.08	0.00-0.08	0.03-0.07	0.72-0.86	2.66-3.31	3.74-4.34	1
Mdp-1	下田村曲谷	77.6-78.6	0.06-0.14	12.4-12.8	0.82-1.04	0.00-0.09	0.03-0.07	0.72-0.84	2.58-3.31	4.00-4.58	1
NA10	小千谷市野辺川	77.9-79.0	0.02-0.15	12.4-12.9	0.80-1.34	0.00-0.10	0.03-0.08	0.73-0.88	1.60-3.38	3.89-4.65	1
Tsp-2	西山町灰爪林道	78.0-78.9	0.05-0.14	12.4-12.8	0.88-1.08	0.00-0.09	0.03-0.07	0.71-0.83	2.48-3.21	3.78-4.42	1
Tsp-1	西山町灰爪林道	77.8-78.4	0.03-0.15	12.4-12.8	0.81-1.10	0.00-0.07	0.03-0.07	0.74-0.83	2.95-3.32	4.03-4.69	1
Tsp-2	西山町上山田	77.6-79.9	0.00-0.15	12.5-13.0	0.85-1.20	0.00-0.09	0.03-0.07	0.67-0.83	1.60-3.32	3.71-4.51	1
Tsp-1	西山町上山田	77.9-79.3	0.05-0.14	12.3-12.8	0.76-1.21	0.00-0.16	0.03-0.08	0.66-0.85	1.93-3.37	3.90-4.49	1
Wzp-2	川口町和南津沢	77.8-79.2	0.03-0.14	12.3-12.9	0.76-1.18	0.00-0.10	0.02-0.07	0.73-0.86	1.73-3.11	4.12-5.14	1
Wzp-1	川口町和南津沢	77.7-78.5	0.05-0.15	12.5-12.9	0.84-1.15	0.00-0.13	0.01-0.07	0.68-0.85	2.24-3.43	3.87-4.89	1
Kog	川口町小和北	77.8-78.8	0.04-0.13	12.4-13.0	0.79-1.16	0.00-0.10	0.02-0.07	0.72-0.86	1.78-3.30	4.11-4.85	1
OK I	十日町市大池(田川)	77.8-79.9	0.05-0.19	12.3-13.0	0.85-1.25	0.00-0.16	0.03-0.07	0.69-0.90	1.14-3.41	3.93-4.74	1
Kag 4	松之山町上鰐池	77.9-78.9	0.02-0.13	12.4-12.9	0.83-1.10	0.00-0.17	0.01-0.07	0.69-0.86	2.39-3.16	3.87-5.00	1
Kag 3	松之山町上鰐池	77.8-79.0	0.03-0.17	12.3-12.8	0.74-1.11	0.00-0.15	0.03-0.09	0.71-0.88	2.46-3.52	3.80-5.01	1
Kag 1	松之山町上鰐池	77.5-79.5	0.02-0.12	12.4-12.9	0.71-1.26	0.00-0.10	0.02-0.07	0.71-0.88	1.33-3.10	4.10-6.47	1
Kag 0	松之山町上鰐池	77.7-79.1	0.03-0.12	12.3-12.9	0.74-1.16	0.00-0.13	0.03-0.08	0.71-0.96	1.60-3.52	3.70-5.02	1
Hap-2	出雲崎町常楽寺	76.9-78.0	0.02-0.12	12.5-12.9	0.84-1.15	0.00-0.12	0.01-0.05	0.80-0.97	3.04-3.89	4.10-4.87	2
Hap-2	出雲崎町常楽寺	77.0-78.6	0.00-0.08	12.5-13.5	0.61-1.09	0.00-0.09	0.00-0.06	0.68-0.89	2.83-3.09	4.16-5.33	3
Hap-2	出雲崎町久田南	77.2-78.6	0.00-0.07	12.6-13.4	0.69-1.04	0.00-0.09	0.02-0.05	0.74-0.97	2.24-3.31	4.14-4.91	3
Hap-2	下田村曲谷	77.2-79.0	0.00-0.06	12.7-13.2	0.67-1.00	0.00-0.11	0.01-0.06	0.72-0.90	2.08-3.10	4.28-5.49	3
NA13C	小千谷市十二平	76.9-77.7	0.00-0.09	12.6-13.0	0.76-1.12	0.00-0.15	0.01-0.06	0.75-0.95	1.41-2.70	5.02-6.92	3
Isg-g	高柳町石黒川	78.2-80.6	0.00-0.08	13.1-13.6	0.74-1.17	0.00-0.06	0.00-0.07	0.79-0.92	1.81-2.92	2.60-3.84	3
Kap	松之山町上鰐池	77.0-77.9	0.00-0.13	12.6-13.0	0.62-1.06	0.00-0.10	0.01-0.05	0.73-0.89	1.70-2.35	5.71-6.19	3
Hrp	新井市平丸	76.9-79.7	0.00-0.11	12.7-13.1	0.71-1.29	0.00-0.06	0.01-0.06	0.63-0.84	2.17-3.18	4.02-5.36	3
Oop	名立町大菅	77.0-79.1	0.00-0.06	12.8-13.2	0.72-1.24	0.00-0.11	0.01-0.06	0.71-0.93	1.83-2.63	4.06-5.44	3
Kop	川口町小和北	77.5-78.1	0.07-0.19	12.0-12.7	0.89-1.30	0.00-0.03	0.03-0.12	0.68-0.87	3.44-3.75	4.03-4.40	2
Hwp	新井市平丸	77.6-79.0	0.00-0.12	12.6-13.1	0.64-1.04	0.00-0.14	0.01-0.06	0.78-0.92	0.97-2.25	4.93-5.75	1

Krzp も Tsp と類似し、Tsp テフラ層に対比されると考えられる。しかし13m離れて2層見られることなど今後、更なる検討を要すると考えられる。

## (2) 魚沼丘陵北部の和南津沢パミス質テフラ層（Wzp）および小和北ガラス質テフラ層（Kog）との対比

魚沼丘陵北部の川口町・堀之内町周辺の和南津層（浅海成砂層）中には和南津沢テフラ層（Wzp）（柳沢ほか，1986）が挟在している。このテフラ層はTsp テフラ層に対比される可能性が黒川・三浦（1993）によって指摘されていたが、今回、その対比を改めて検討した。

Wzp テフラ層の層準は、NA13C テフラ層よりも上位、小和北テフラ層（Kop）（風岡ほか，1986）よりも下位である。なおNA13C テフラ層（Photo 31）はHap-2 テフラ層に対比される（三浦・黒川，1995）。

和南津沢パミス質テフラ層（Wzp）は川口町小和北東方の和南津沢の模式地では細礫層に重なり、全層厚95cm（Photo 27）。下位のWzp-1は層厚35cmで、中粒砂サイズから粗粒砂サイズ、そして細粒砂サイズへと逆一正級化を示す。基底はゆるく波曲し、また上部には波長15-30cm程度のトラフ型ラミナが見られる。Wzp-2は径3-5mm程度（最大1cm程度）のパミスが密集しており、弱く逆一正級化してい

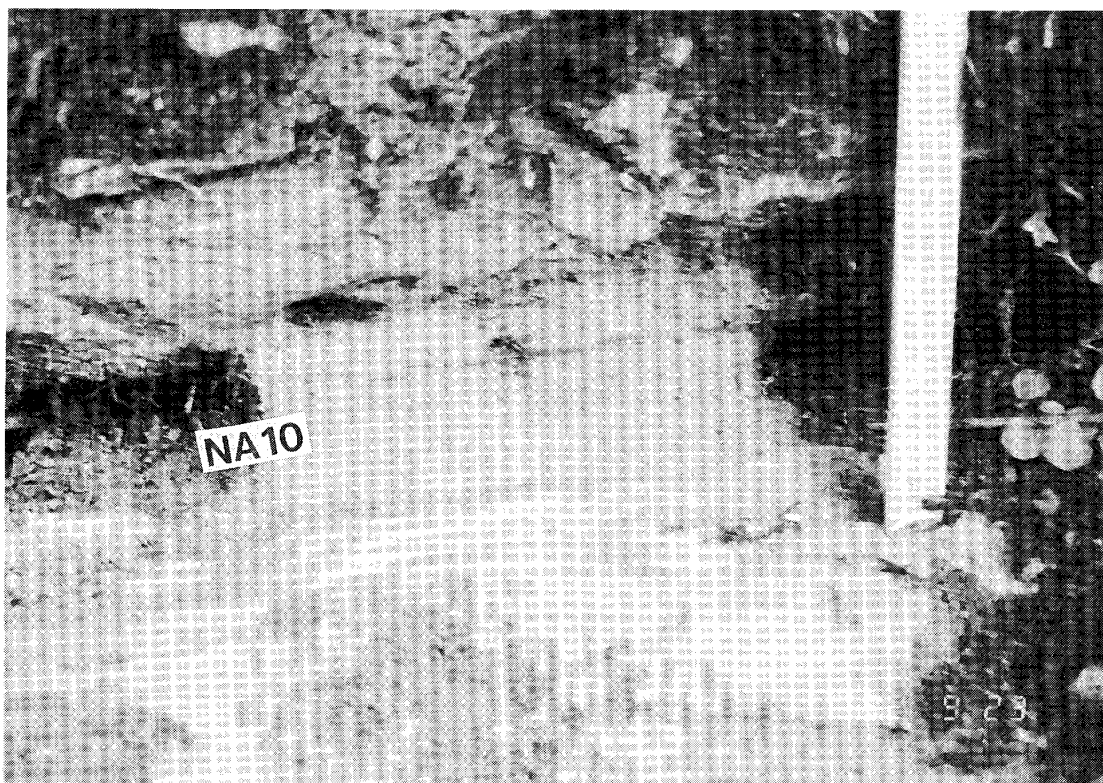


Photo 25 Field occurrence of the NA10 Tephra Bed in the Ushigakubi Formation at Nobegawa, Ojiya City in the southern Higashiyama Hills. The NA10 Tephra Bed is 7cm thick and is composed of two divisions (lower 2cm and upper 5cm) (Kurokawa and Miura, 1993).

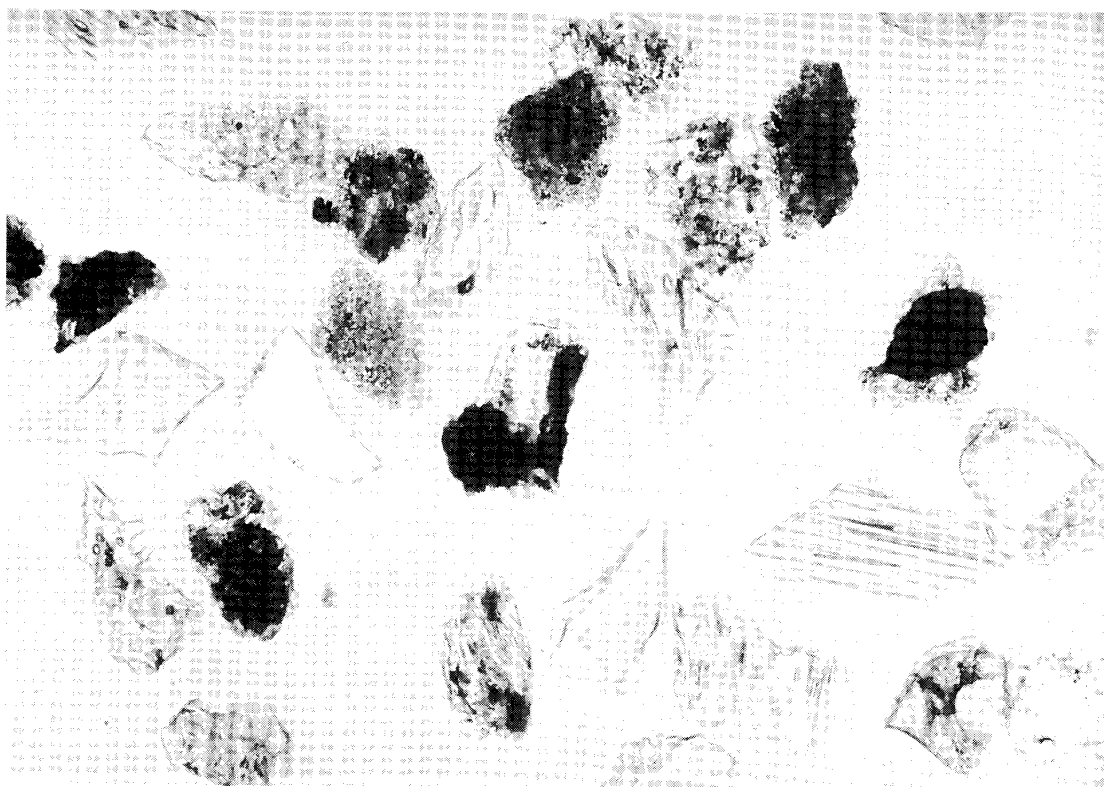


Photo 26 Components of the lower division of the NA10 Tephra (Photo 25) at Nobegawa, Ojiya City. Micropumice type to chunky shards are characteristic in the lower unit of the Tsp and correlative Tephra.

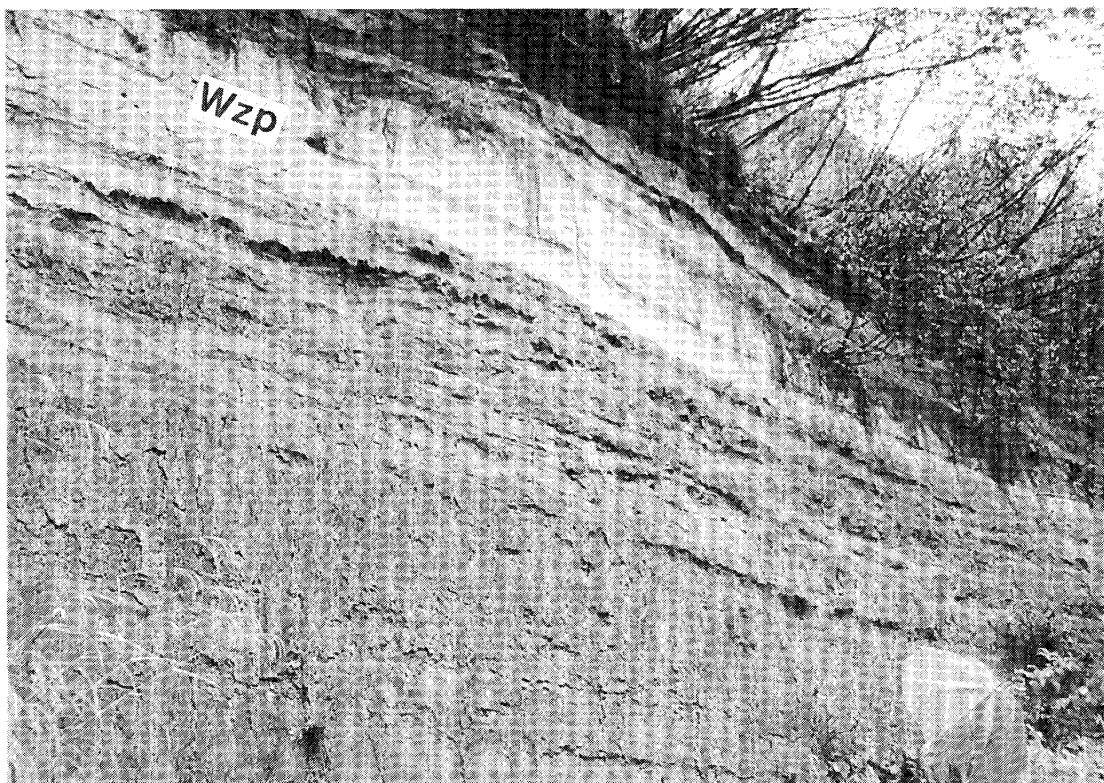


Photo 27 Field occurrence of the Wzp Tephra Bed (96cm thick) in Wanazu Formation at Wanazusawa, Kawaguchi in the northern Uonuma Hills.

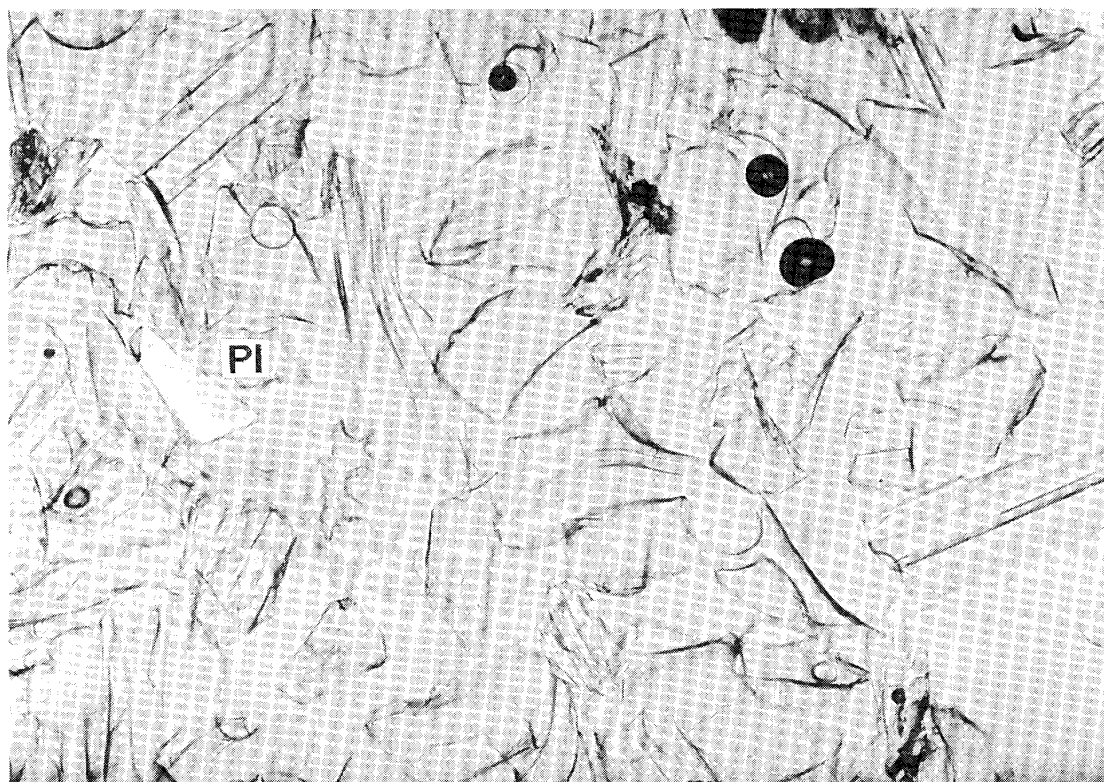


Photo 28 Components of the Wzp Tephra at Wanazu (Photo 27), Kawaguchi in the northern Uonuma Hills.

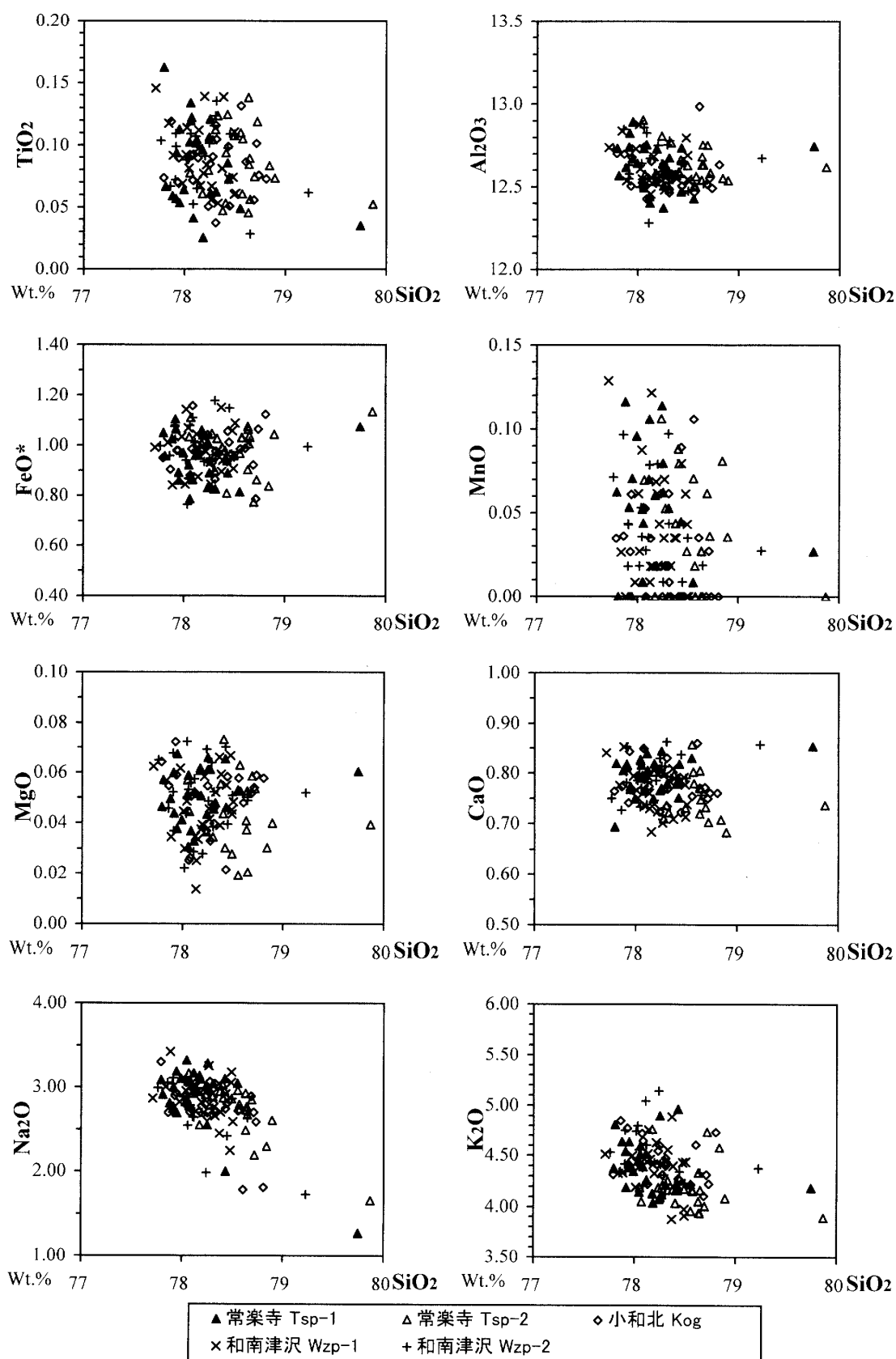


Fig.9 Chemical composition of glass shards of the Tsp-1 and Tsp-2 Tephra at Jorakuji, the Wzp-1 and Wzp-2 Tephra at Wanazusawa, Kawaguchi in the northern Uonuma Hills, and the Kog Tephra at Kowakita, Kawaguchi in the northern Uonuma Hills.

る。Wzp-2の上位には礫層と凝灰質砂層の互層が重なる。構成粒子はWzp-1は偏平型ガラスが多く（Photo 28）、有色鉱物は黒雲母と斜方輝石が多い。Wzp-2の火山ガラスは多孔質型や中間型が多く、少量の高温型石英を含む。有色鉱物は黒雲母が多い。

Wzp テフラ層とTsp テフラ層の対比を更に検討するため、火山ガラスの化学組成を検討した。その結果をFig.9およびTable 3,4に示した。これらの結果は良く一致している。これらのことから和南津沢パミス質テフラ層（Wzp）は武石パミス質テフラ層（Tsp）に対比される。ただしユニット構成と記載岩石学的特徴から考えて、Wzp テフラ層はTsp-1に相当するユニットを欠いていると考えられる。

更に今回、Wzp テフラ層と類似の層準にあつて、その対比が未確定であつた小和北ガラス質テフラ層（Kog）（黒川・三浦, 1993）の対比についても検討した。Kog テフラ層の模式地は川口町小和北東方の和南津沢川第一ダム付近にあつて、Wzp テフラ層の模式地とは田麦山背斜をはさんで、その反対側（西翼）にあたる。模式地において、Kog テフラ層は和南津沢層の砂層中に挟在し、層厚2 m以上。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、弱いラミナが見られる。火山ガラスはやや厚手の偏平型が多く、褐色ガラスを含む。有色鉱物は黒雲母が多く、ほかにホルンブレンドや斜方輝石を含む。Kog テフラ層はユニット構成が明確でないことや構成粒子が細粒であることなど直ちにTspとは対比できないが、その層準や記載岩石学的特徴からみてTspに対比される可能性がある。火山ガラスの化学組成を検討した結果をFig.9およびTable 3,4に示した。その組成はTspやWzpと良く一致する。これらのことから、小和北ガラス質テフラ層（Kog）も和南津沢パミス質テフラ層（Wzp）と同じく武石パミス質テフラ層（Tsp）に対比される。今回のWzpおよびKogとTspとの対比、およびOKIとTspとの対比をあわせて考えると、魚沼丘陵地域のほぼ全域にわたって、南部では魚沼層群の河川成礫層（柴倉礫層）中に、北部では和南津沢層の上部浅海成砂・礫層中にTsp テフラ層が分布していることが明らかになった。

なお、新井市東方富倉背斜地域の土路層の平丸パミス質テフラ層（Hwp）（全層厚326cm）も火山ガラスは偏平型が多く、また有色鉱物は黒雲母が多いなど記載岩石学的特徴がTspに類似し、Tsp テフラ層に対比された（黒川ほか, 1995）。しかし今回、火山ガラスの化学組成によって、その対比を再検討した。その組成はTable 3に示すように、Tspにおおむね類似するものの、それとは差異が認められた。すなわちFeO量がTspおよびそれと対比されるものが0.95–1.00%程度であるのに対し、Hwpでは平均値で0.77%とやや低く、CaO量がTspで0.76–0.80%程度であるのに対し、Hwpでは平均値で0.86%とやや高い。また黒雲母のTiO<sub>2</sub>量は2.5–3.0%とTspの黒雲母（Fig.10）とは有意に低く、MnO量は0.34–0.49%で逆に高い。したがって、Hwp テフラ層はTspとは異なるテフラ層であると考えられる。

### (3) Tsp テフラ相当層の黒雲母、ホルンブレンドおよび斜方輝石の化学組成

今回、Tsp テフラ層およびその相当テフラ層中の黒雲母、ホルンブレンドおよび斜方輝石の化学組成をEPMA分析により検討した。なおビーム径は1 μmで分析した。また新潟地域においてTsp テフラ層の下位にあり、Tsp テフラ層と同じく黒雲母が目立ち、また火山ガラスの化学組成も類似しているHap-2 テフラ層の有色鉱物についても比較のために若干の検討を行った。なおFig.10において、下田村曲谷においてHap-2としているものは、曲谷集落北東200mの沢沿い（Fig.3A）で新たに見出したものである。これはMdp（Tsp）テフラ層の25m程度下位の皆川層のシルト層中に挟在し、層厚約15cm。中粒砂サイズから細粒砂サイズに級化し、全体にクロスラミナが発達している（Photo 29）。

常楽寺ルートにおけるTspの黒雲母のMg#値（100Mg/Mg+Fe）はおおむねMg# = 32.0–34.7の範囲にある（Table 5）。またTiO<sub>2</sub>は4.0–4.8%、MnOは0.04–0.22%の範囲にある。十日町市田川ルートのOKI テフラの黒雲母（Table 6）、東頸城丘陵松之山町の上蝦池ガラス質テフラ層（Kag）の黒雲母（Table 7上）も同様の組成を示し、その対比を支持する。これらに対して、常楽寺ルートのHap-2 テフラの黒雲母（Table 8）はMg# = 23.5–33.1とTspの黒雲母よりやや低い値を示すが、Mg#値が45–50程度のもも含まれる。TiO<sub>2</sub>は2.5–3.5%程度のもが多く、Tspより低い傾向を示すが、4–5%程度のもも含まれる。MnOは0.2–0.4%程度で、Tspより高い傾向を示す。なお坂井・黒川（2002）によれば、SK110およびKd25 テフラの黒雲母はMg# = 36.0–41.8の範囲に集中し、TspやHap-2 テフラ

Table 5 Chemical composition of biotites in the Tsp-2 Tephra at Jorakuji in the Chuo Oil Field. Atomic ratio is based on O = 22 and Mg# denotes 100Mg/(Mg+Fe).

Sample name	常楽寺 Tsp-2 Bt											
SiO <sub>2</sub>	37.06	35.77	35.09	35.10	35.97	36.08	34.27	36.15	39.75	36.11	36.61	35.77
TiO <sub>2</sub>	4.54	4.65	4.49	4.71	4.54	4.01	4.60	4.44	4.42	4.59	4.31	4.64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.94	14.50	14.75	14.28	15.20	17.41	13.89	15.30	16.95	14.66	15.82	14.70
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	24.32	25.41	25.54	26.68	24.28	20.75	25.58	24.38	20.46	26.45	24.85	25.65
MnO	0.12	0.22	0.15	0.16	0.15	0.17	0.14	0.10	0.05	0.17	0.11	0.18
MgO	7.04	7.33	7.24	7.15	6.96	6.18	6.77	6.91	5.50	7.22	7.27	6.85
CaO	0.18	0.03	0.04	0.03	0.01	0.05	0.00	0.00	0.10	0.02	0.00	0.08
Na <sub>2</sub> O	0.57	0.89	0.53	0.46	0.43	0.43	0.45	0.64	0.28	0.63	2.26	0.52
K <sub>2</sub> O	6.46	7.51	7.22	8.35	7.64	7.07	7.76	7.35	4.81	7.97	6.91	7.52
NiO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.00	0.00
BaO	0.61	0.69	0.65	0.84	0.75	0.49	0.87	0.67	0.14	0.83	0.71	0.67
total	96.84	97.00	95.73	97.76	95.92	92.64	94.31	95.96	92.48	98.68	98.85	96.58
atm num. (O=22)												
Si	5.616	5.523	5.485	5.447	5.572	5.635	5.490	5.585	6.031	5.511	5.507	5.543
Ti	0.518	0.540	0.529	0.550	0.529	0.471	0.554	0.516	0.505	0.527	0.488	0.541
Al	2.847	2.639	2.717	2.611	2.774	3.205	2.623	2.787	3.031	2.637	2.805	2.685
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	3.082	3.282	3.339	3.463	3.145	2.710	3.427	3.150	2.597	3.377	3.126	3.323
Mn	0.015	0.028	0.020	0.021	0.019	0.023	0.019	0.014	0.006	0.022	0.014	0.024
Mg	1.591	1.687	1.688	1.655	1.606	1.439	1.617	1.592	1.243	1.643	1.630	1.583
Ca	0.030	0.005	0.007	0.005	0.002	0.008	0.000	0.000	0.016	0.003	0.000	0.013
Na	0.167	0.265	0.159	0.137	0.129	0.131	0.138	0.190	0.082	0.188	0.660	0.156
K	1.248	1.480	1.441	1.653	1.509	1.408	1.585	1.449	0.932	1.553	1.326	1.486
Ni	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.003	0.000	0.000
Ba	0.036	0.042	0.040	0.051	0.045	0.030	0.054	0.041	0.009	0.050	0.042	0.041
total	15.149	15.490	15.428	15.593	15.332	15.060	15.507	15.326	14.455	15.513	15.596	15.395
Mg#	34.0	33.9	33.6	32.3	33.8	34.7	32.1	33.6	32.4	32.7	34.3	32.3
Sample name	常楽寺 Tsp-2 Bt											
SiO <sub>2</sub>	38.34	37.42	36.34	35.52	35.39	37.16	35.52	35.71	35.40			
TiO <sub>2</sub>	4.13	4.73	4.42	4.76	4.32	4.43	4.74	4.31	4.77			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.76	15.13	15.32	15.11	14.53	15.57	14.35	14.71	14.12			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
FeO	21.72	24.44	24.74	26.03	24.65	22.77	27.20	25.28	26.91			
MnO	0.04	0.12	0.17	0.20	0.09	0.06	0.17	0.18	0.14			
MgO	5.93	7.17	6.91	6.89	6.66	6.46	7.33	7.00	7.12			
CaO	0.09	0.07	0.09	0.14	0.02	0.04	0.00	0.00	0.02			
Na <sub>2</sub> O	1.67	0.52	0.41	0.47	2.28	0.71	0.55	1.41	0.49			
K <sub>2</sub> O	4.64	7.30	7.14	7.19	6.77	5.46	8.39	7.58	8.33			
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00			
BaO	0.41	0.60	0.69	0.55	0.66	0.41	0.85	0.71	0.86			
total	93.74	97.50	96.23	96.86	95.37	93.06	99.12	96.87	98.16			
atm num. (O=22)												
Si	5.841	5.662	5.596	5.483	5.546	5.774	5.442	5.528	5.472			
Ti	0.473	0.538	0.513	0.552	0.509	0.518	0.546	0.502	0.555			
Al	3.010	2.697	2.780	2.748	2.683	2.850	2.592	2.683	2.572			
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
Fe	2.767	3.093	3.186	3.360	3.230	2.958	3.485	3.274	3.479			
Mn	0.006	0.016	0.022	0.027	0.012	0.008	0.022	0.023	0.018			
Mg	1.347	1.618	1.586	1.585	1.556	1.496	1.675	1.615	1.641			
Ca	0.014	0.011	0.014	0.024	0.003	0.007	0.000	0.000	0.003			
Na	0.494	0.152	0.123	0.141	0.694	0.213	0.163	0.423	0.145			
K	0.902	1.409	1.403	1.415	1.353	1.082	1.639	1.498	1.643			
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000			
Ba	0.024	0.035	0.042	0.033	0.040	0.025	0.051	0.043	0.052			
total	14.879	15.232	15.264	15.369	15.626	14.930	15.617	15.588	15.580			
Mg#	32.7	34.3	33.2	32.1	32.5	33.6	32.5	33.0	32.0			

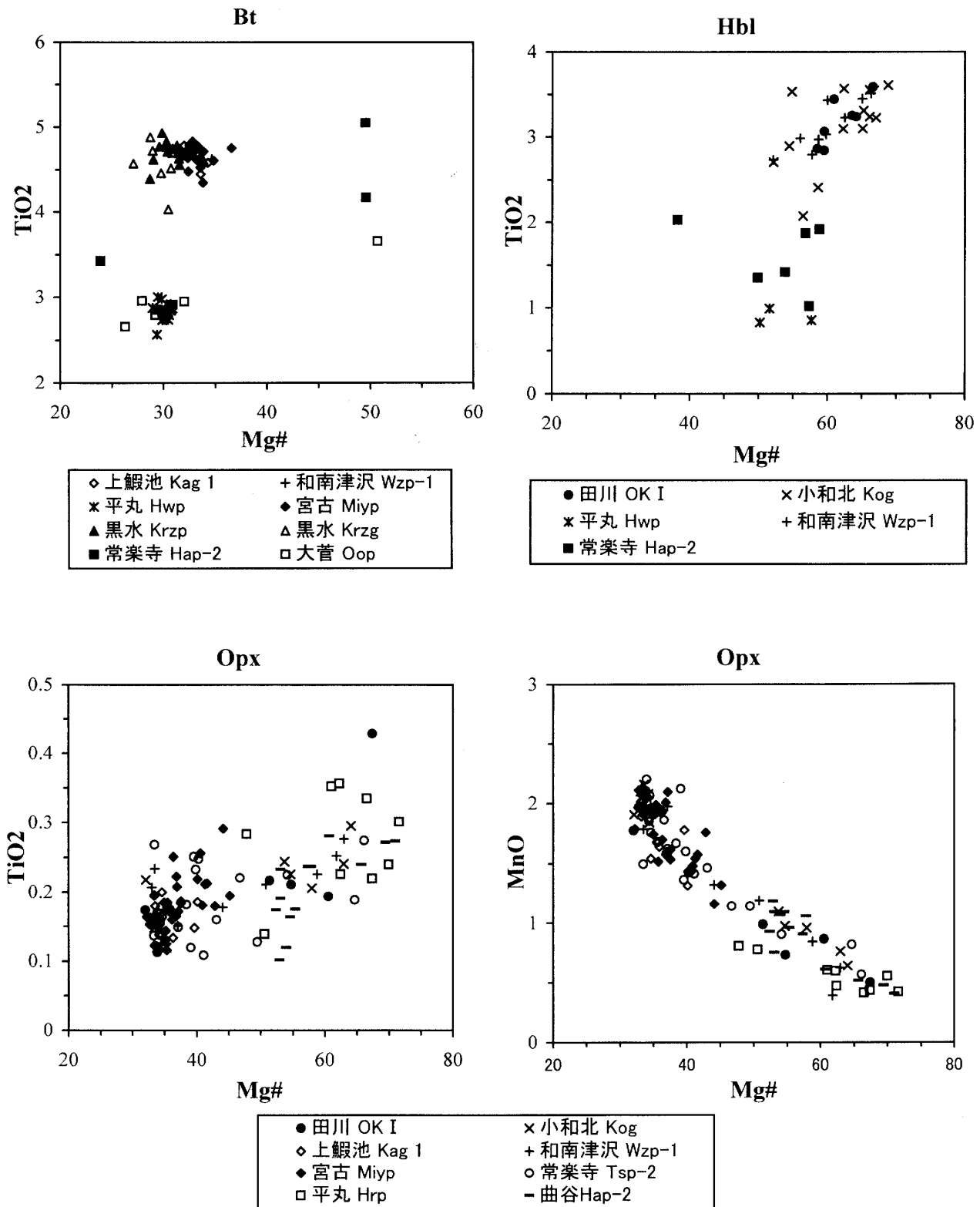


Fig.10 Mg#(100Mg/Mg+Fe)-TiO<sub>2</sub> relations of biotites (Bt), hornblendes (Hbl) and orthopyroxenes (Opx) in the Tsp and Hap-2 Tephra and their correlatives. Mg#-MnO relation is also shown on orthopyroxenes. The Opx in the Tsp and correlative tephra are mostly ferrohypersthene and in the Hap-2, mostly hypersthene.



Table 6 Chemical composition of biotites in the OKI Tephra at Tagawa, Tokamachi in the Uonuma Hills. Atomic ratio is based on O = 22 and Mg# denotes 100Mg/(Mg+Fe).

Sample name	田川 OK I Bt									
SiO <sub>2</sub>	35.37	34.98	35.53	34.51	35.75	35.28	34.93	34.72	33.95	34.95
TiO <sub>2</sub>	4.54	4.69	4.54	4.69	4.68	4.65	4.77	4.73	4.47	4.73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.43	14.29	14.38	13.79	14.31	14.37	14.22	13.65	13.59	13.94
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	26.96	26.08	26.42	26.81	26.99	26.31	26.69	26.67	25.28	27.12
MnO	0.15	0.13	0.12	0.19	0.24	0.14	0.18	0.18	0.11	0.17
MgO	7.70	7.27	7.43	7.06	7.42	7.05	7.06	6.85	6.58	7.13
CaO	0.03	0.00	0.03	0.04	0.05	0.01	0.09	0.09	0.08	0.06
Na <sub>2</sub> O	0.66	0.95	0.51	0.52	0.66	0.54	0.63	1.10	1.33	0.57
K <sub>2</sub> O	8.32	8.08	8.13	8.13	7.90	8.08	7.82	7.70	7.22	8.04
NiO	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
BaO	0.47	0.83	0.63	0.50	0.72	0.72	0.91	0.59	0.55	0.66
total	98.62	97.29	97.75	96.24	98.71	97.16	97.31	96.28	93.18	97.39
atm num. (O=22)										
Si	5.427	5.441	5.483	5.443	5.474	5.483	5.442	5.469	5.496	5.448
Ti	0.524	0.549	0.527	0.557	0.539	0.543	0.559	0.560	0.545	0.554
Al	2.609	2.619	2.615	2.564	2.582	2.632	2.610	2.534	2.593	2.560
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	3.460	3.392	3.409	3.536	3.455	3.419	3.477	3.514	3.423	3.536
Mn	0.020	0.017	0.016	0.026	0.031	0.018	0.024	0.024	0.016	0.023
Mg	1.761	1.686	1.709	1.659	1.694	1.633	1.640	1.608	1.587	1.657
Ca	0.004	0.000	0.006	0.006	0.008	0.002	0.016	0.015	0.014	0.010
Na	0.195	0.286	0.152	0.160	0.194	0.164	0.190	0.337	0.417	0.173
K	1.628	1.603	1.601	1.635	1.542	1.603	1.553	1.547	1.492	1.598
Ni	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Ba	0.028	0.051	0.038	0.031	0.043	0.044	0.055	0.036	0.035	0.040
total	15.655	15.645	15.559	15.616	15.564	15.541	15.566	15.646	15.617	15.602
Mg#	33.7	33.2	33.4	31.9	32.9	32.3	32.1	31.4	31.7	31.9
Sample name 田川 OK I Bt										
SiO <sub>2</sub>	34.97	35.47	35.40	35.03	35.01	35.41	35.14	32.91	34.69	34.32
TiO <sub>2</sub>	4.44	4.66	4.57	4.60	4.70	4.68	4.69	4.33	4.63	4.73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.09	13.75	14.01	13.98	13.91	14.05	14.37	13.61	13.95	13.66
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	25.27	26.78	26.18	26.09	26.64	26.65	26.55	26.96	26.15	26.24
MnO	0.13	0.19	0.14	0.14	0.16	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16
MgO	7.55	7.33	6.76	7.29	7.28	7.40	7.42	6.69	7.39	6.83
CaO	0.10	0.01	0.47	0.12	0.08	0.02	0.02	0.15	0.01	0.33
Na <sub>2</sub> O	2.70	0.53	0.72	0.52	0.78	0.55	0.74	2.64	0.54	0.55
K <sub>2</sub> O	6.78	8.33	4.95	7.81	7.65	8.20	7.94	5.73	8.38	7.59
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.58	0.48	0.48	0.67	0.77	0.67	0.80	0.72	0.69	0.66
total	96.59	97.53	93.68	96.24	96.98	97.85	97.86	93.91	96.60	95.07
atm num. (O=22)										
Si	5.445	5.504	5.599	5.490	5.464	5.477	5.433	5.334	5.444	5.466
Ti	0.520	0.544	0.544	0.542	0.551	0.545	0.546	0.528	0.546	0.566
Al	2.586	2.515	2.611	2.582	2.559	2.561	2.618	2.601	2.580	2.564
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	3.291	3.476	3.464	3.419	3.478	3.447	3.433	3.655	3.431	3.494
Mn	0.016	0.025	0.018	0.019	0.022	0.024	0.023	0.023	0.022	0.021
Mg	1.752	1.697	1.593	1.703	1.694	1.706	1.711	1.617	1.730	1.621
Ca	0.016	0.002	0.080	0.021	0.013	0.002	0.004	0.026	0.002	0.057
Na	0.816	0.159	0.221	0.158	0.235	0.166	0.223	0.829	0.165	0.169
K	1.346	1.649	1.000	1.562	1.523	1.618	1.566	1.185	1.677	1.541
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.035	0.029	0.030	0.041	0.047	0.041	0.049	0.046	0.042	0.041
total	15.823	15.599	15.162	15.537	15.585	15.590	15.607	15.844	15.640	15.541
Mg#	34.7	32.8	31.5	33.2	32.8	33.1	33.3	30.7	33.5	31.7



Table 7 Chemical composition of biotites in the Kag-1 (Tsp) Tephra at Kamiebiike, Matsunoyama in the Higashikubiki Hills, and Oop (Hap-2) Tephra at Oosuga, Joetsu City. Atomic ratio is based on O = 22 and Mg# denotes  $100\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe})$ .

Sample name	上蝦池 Kag 1 Bt						
SiO2	36.14	36.27	35.15	34.50	36.03	35.16	34.93
TiO2	4.58	4.79	4.71	4.72	4.70	4.70	4.45
Al2O3	13.91	13.77	14.19	13.81	14.00	13.81	13.90
Cr2O3	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03
FeO	25.44	25.90	26.10	25.74	25.84	25.69	25.84
MnO	0.22	0.15	0.24	0.21	0.22	0.21	0.17
MgO	7.44	6.84	7.08	6.69	7.22	7.06	7.33
CaO	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Na2O	0.53	0.43	0.49	0.47	0.44	0.41	0.50
K2O	8.34	8.23	8.31	8.10	8.47	8.05	8.15
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.07
BaO	0.74	0.83	0.90	0.88	0.72	0.92	0.60
total	97.36	97.31	97.17	95.12	97.68	96.01	95.99
atm num. (O=22)							
Mg#	0.343	0.320	0.326	0.317	0.332	0.329	0.336
Si	5.582	5.613	5.477	5.493	5.559	5.530	5.495
Ti	0.532	0.557	0.552	0.565	0.545	0.557	0.527
Al	2.531	2.511	2.606	2.592	2.545	2.559	2.577
Cr	0.000	0.008	0.001	0.001	0.000	0.000	0.003
Fe	3.286	3.352	3.401	3.427	3.335	3.379	3.399
Mn	0.029	0.019	0.031	0.028	0.028	0.028	0.023
Mg	1.714	1.578	1.646	1.588	1.661	1.654	1.718
Ca	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
Na	0.160	0.129	0.148	0.146	0.133	0.125	0.154
K	1.644	1.624	1.652	1.646	1.667	1.615	1.635
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.008
Ba	0.045	0.050	0.055	0.055	0.043	0.057	0.037
total	15.522	15.447	15.568	15.542	15.522	15.504	15.582

Sample name	大菅 Oop Bt						
SiO2	37.26	36.50	34.64	34.16	35.68	36.23	
TiO2	2.95	2.96	2.66	2.80	2.79	3.65	
Al2O3	13.65	13.95	14.09	14.18	14.26	14.28	
Cr2O3	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	
FeO	24.52	25.05	28.78	27.30	26.77	19.87	
MnO	0.21	0.23	0.22	0.40	0.32	0.21	
MgO	6.48	5.45	5.77	6.32	6.51	11.47	
CaO	0.03	0.02	0.49	0.27	0.16	0.00	
Na2O	0.19	0.05	0.55	0.77	2.89	0.05	
K2O	7.97	8.20	4.48	6.00	5.70	8.96	
NiO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	
BaO	0.10	0.09	0.27	0.37	0.30	0.16	
total	93.36	92.49	91.98	92.59	95.37	94.89	
atm num. (O=22)							
Mg#	0.320	0.279	0.263	0.292	0.302	0.507	
Si	5.907	5.874	5.641	5.557	5.612	5.577	
Ti	0.351	0.358	0.326	0.342	0.330	0.423	
Al	2.550	2.646	2.704	2.718	2.644	2.591	
Cr	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	
Fe	3.251	3.371	3.920	3.714	3.522	2.557	
Mn	0.029	0.031	0.031	0.055	0.042	0.028	
Mg	1.532	1.307	1.400	1.533	1.526	2.632	
Ca	0.005	0.003	0.086	0.047	0.028	0.000	
Na	0.059	0.014	0.175	0.244	0.882	0.016	
K	1.612	1.684	0.931	1.244	1.144	1.760	
Ni	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	
Ba	0.006	0.006	0.017	0.023	0.018	0.010	
total	15.302	15.294	15.234	15.483	15.749	15.593	

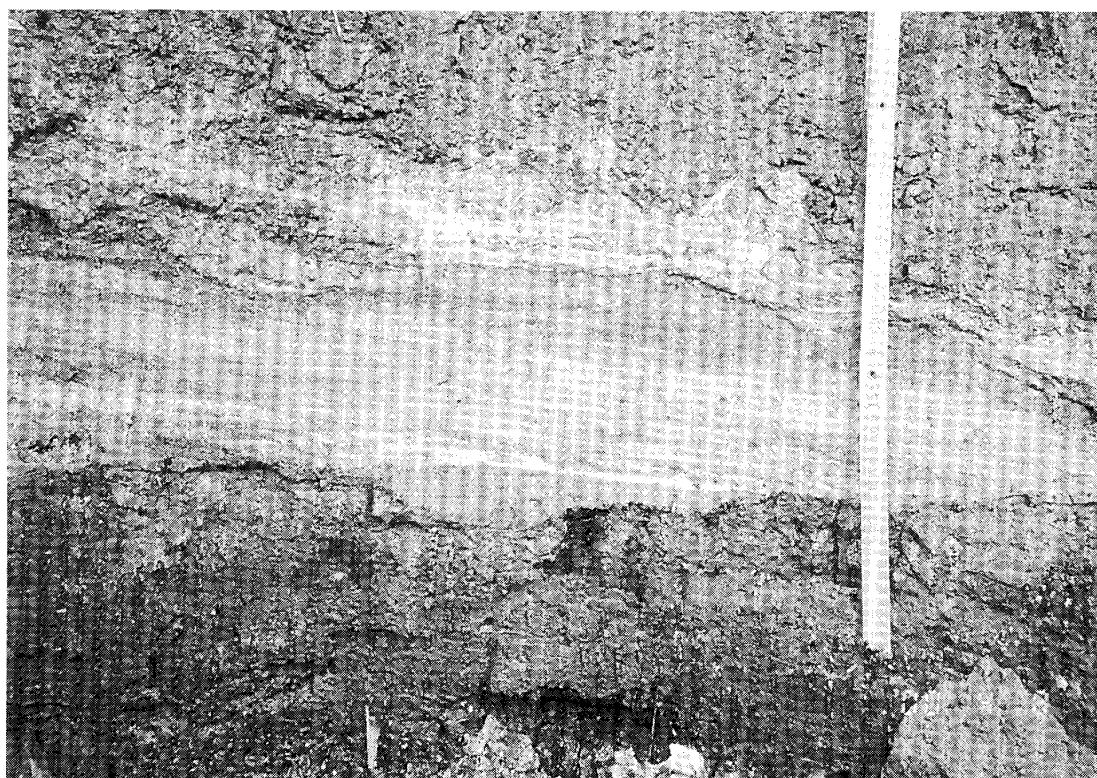


Photo 29 Field occurrence of the Hap-2 Tephra Bed (15cm thick) at Magaridani (Fig.3A) in the Shitada area.

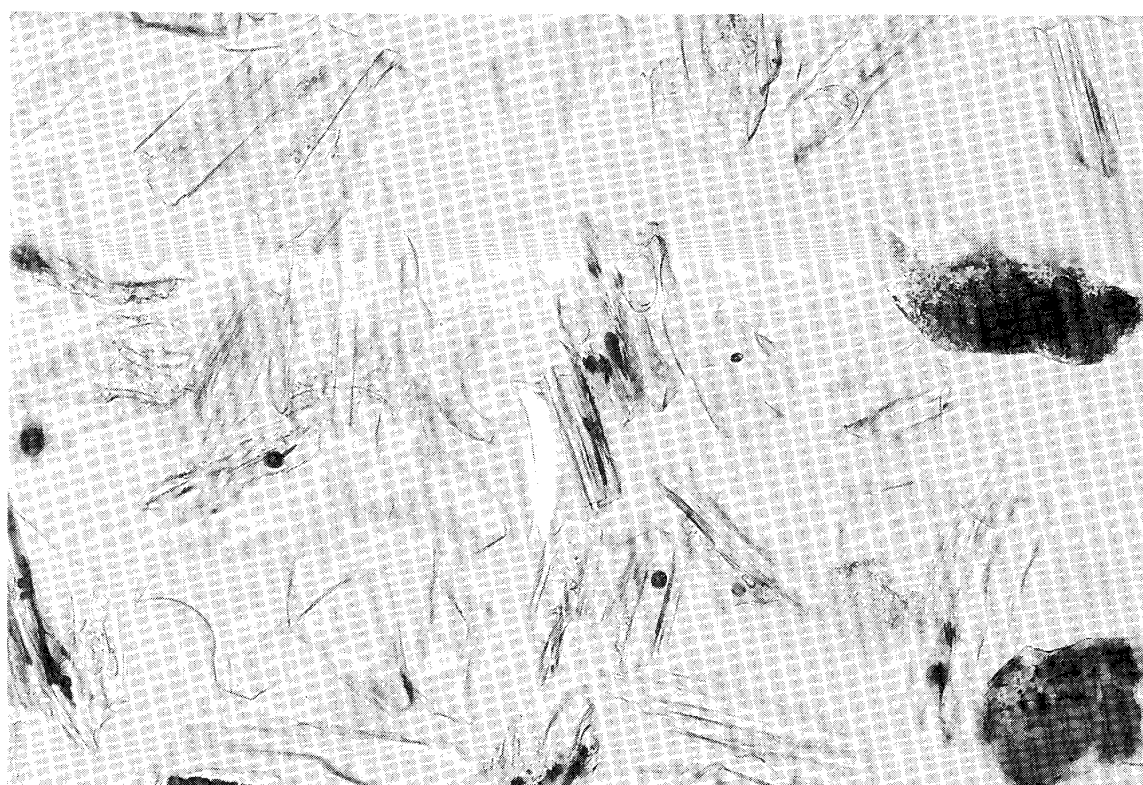


Photo 30 Components of the Hap-2 Tephra (Photo 29) at Magaridani in the Shitada area.

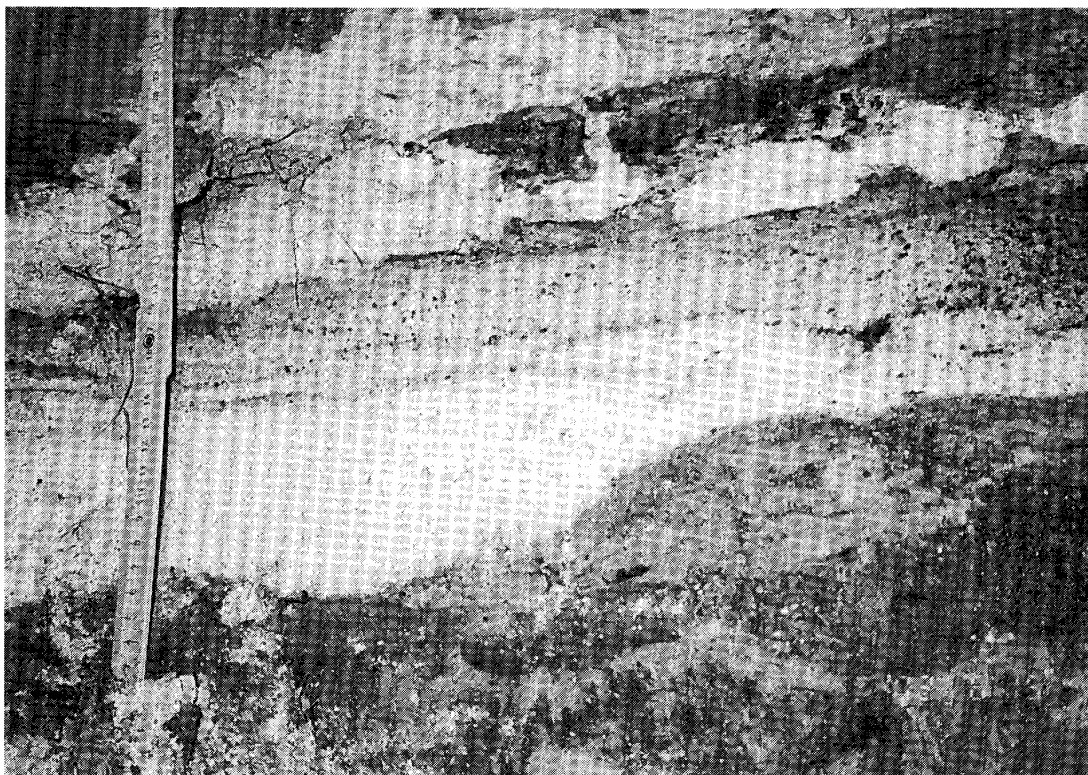


Photo 31 Field occurrence of the NA13C Tephra Bed in the Shiraiwa Formation at Junidaira, Yamakoshi district in the central Higashiyama Hills. NA13C is correlated to the Hap-2 Tephra Bed (Miura and Kurokawa, 1995).

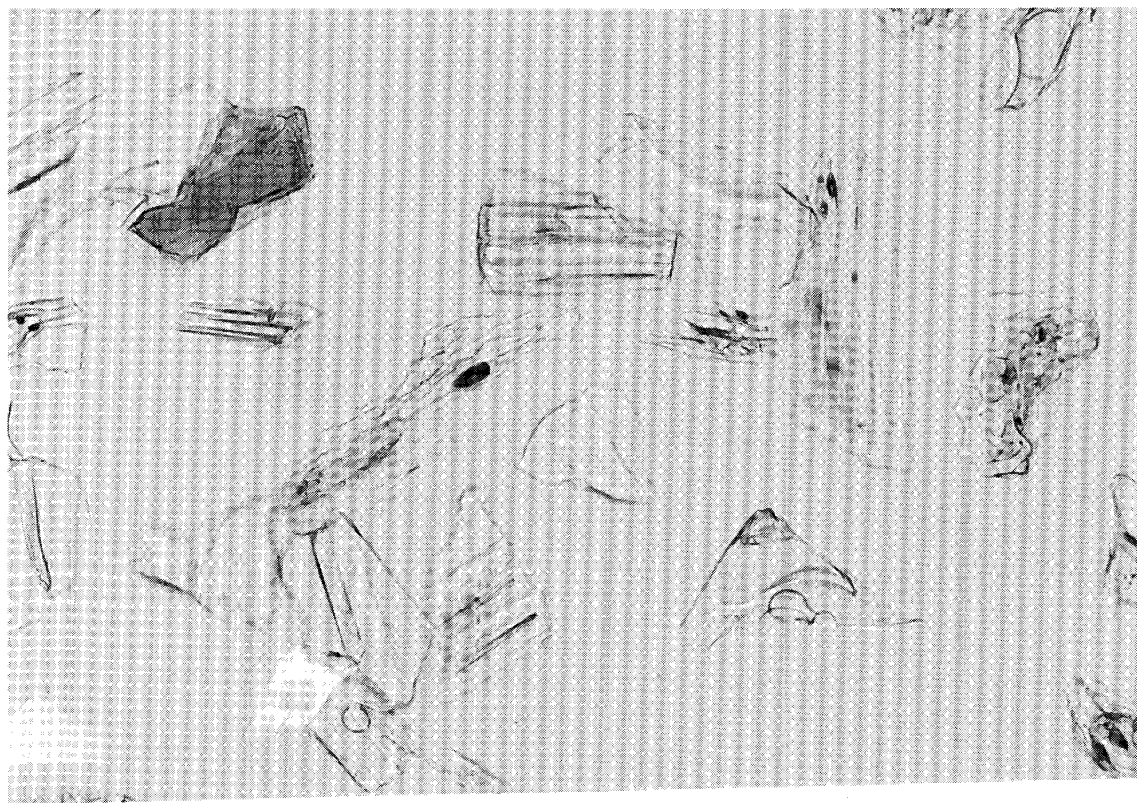


Photo 32 Components of the Hap-2 Tephra at Otsubo, Kashiwazaki City in the Chuo Oil Field.

Table 8 Chemical composition of biotites in the Hap-2 Tephra at Jorakuji in the Chuo Oil Field. Atomic ratio is based on O = 22 and Mg# denotes 100Mg/(Mg+Fe).

Sample name	常楽寺 Hap-2 Bt											
SiO <sub>2</sub>	34.34	35.69	34.38	35.09	34.44	35.02	34.75	35.07	34.36	34.52	34.72	37.24
TiO <sub>2</sub>	2.77	2.72	2.96	2.80	2.79	4.07	3.33	2.55	3.60	2.86	3.88	4.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.56	15.15	14.86	14.69	15.01	14.90	15.10	14.80	14.80	14.50	14.53	14.15
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	27.80	27.69	27.13	28.52	28.11	29.87	28.54	27.16	29.78	28.63	29.73	20.17
MnO	0.41	0.32	0.23	0.34	0.34	0.23	0.29	0.40	0.18	0.38	0.22	0.24
MgO	6.54	6.67	6.18	6.82	6.42	5.44	5.35	6.79	5.12	6.76	5.25	11.19
CaO	0.26	0.12	0.16	0.16	0.18	0.06	0.05	0.14	0.03	0.15	0.00	0.16
Na <sub>2</sub> O	0.47	0.73	1.44	0.39	0.53	0.49	1.28	0.60	1.02	0.39	0.54	0.22
K <sub>2</sub> O	7.18	7.15	7.09	8.11	7.44	8.26	7.38	7.44	7.06	8.11	8.22	7.14
NiO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
BaO	0.39	0.37	0.43	0.37	0.48	0.52	0.55	0.37	0.58	0.47	0.61	0.46
total	94.72	96.61	94.86	97.29	95.73	98.87	96.64	95.31	96.54	96.78	97.70	95.07
atm num. (O=22)												
Si	5.499	5.562	5.487	5.493	5.466	5.433	5.479	5.553	5.447	5.455	5.462	5.668
Ti	0.334	0.319	0.355	0.329	0.333	0.475	0.395	0.304	0.430	0.340	0.459	0.471
Al	2.747	2.782	2.795	2.711	2.808	2.724	2.806	2.762	2.767	2.701	2.694	2.538
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	3.723	3.609	3.622	3.734	3.732	3.876	3.764	3.596	3.950	3.784	3.911	2.568
Mn	0.055	0.043	0.031	0.045	0.046	0.030	0.038	0.054	0.025	0.050	0.029	0.031
Mg	1.561	1.551	1.470	1.591	1.519	1.258	1.257	1.604	1.210	1.591	1.231	2.538
Ca	0.045	0.020	0.028	0.027	0.030	0.010	0.009	0.023	0.005	0.026	0.000	0.026
Na	0.144	0.220	0.446	0.117	0.162	0.148	0.390	0.183	0.314	0.119	0.164	0.064
K	1.466	1.421	1.444	1.619	1.506	1.634	1.485	1.503	1.429	1.635	1.650	1.386
Ni	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Ba	0.025	0.022	0.027	0.023	0.030	0.032	0.034	0.023	0.036	0.029	0.038	0.027
total	15.599	15.549	15.705	15.690	15.631	15.621	15.660	15.605	15.611	15.731	15.639	15.318
Mg#	29.5	30.1	28.9	29.9	28.9	24.5	25.0	30.8	23.5	29.6	23.9	49.7
Sample name	常楽寺 Hap-2 Bt											
SiO <sub>2</sub>	35.87	35.63	33.44	36.52	37.13	35.86	35.52	34.05	36.17			
TiO <sub>2</sub>	2.87	2.79	2.79	5.12	4.92	4.43	2.77	2.90	5.37			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.11	15.15	13.98	13.85	14.36	14.21	14.91	14.65	13.90			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
FeO	27.57	27.59	28.10	21.19	18.21	25.55	28.29	28.52	21.18			
MnO	0.38	0.37	0.25	0.05	0.00	0.19	0.47	0.39	0.05			
MgO	6.66	6.80	6.09	10.69	12.86	7.10	6.61	6.41	10.82			
CaO	0.07	0.17	0.89	0.00	0.00	0.07	0.07	0.06	0.00			
Na <sub>2</sub> O	0.66	2.77	0.41	0.63	0.58	0.48	0.62	0.54	0.71			
K <sub>2</sub> O	6.69	5.71	4.85	8.37	8.63	7.87	7.56	7.36	8.51			
NiO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
BaO	0.39	0.29	0.34	0.84	0.72	0.81	0.34	0.40	0.89			
total	96.28	97.27	91.15	97.26	97.42	96.56	97.16	95.29	97.59			
atm num. (O=22)												
Si	5.588	5.506	5.525	5.533	5.527	5.576	5.538	5.446	5.475			
Ti	0.336	0.324	0.346	0.583	0.551	0.518	0.325	0.349	0.611			
Al	2.775	2.759	2.723	2.472	2.518	2.604	2.740	2.762	2.480			
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
Fe	3.593	3.565	3.882	2.685	2.267	3.322	3.688	3.815	2.681			
Mn	0.050	0.048	0.036	0.007	0.000	0.025	0.063	0.052	0.006			
Mg	1.546	1.565	1.500	2.415	2.854	1.646	1.537	1.529	2.441			
Ca	0.012	0.028	0.157	0.000	0.000	0.011	0.012	0.011	0.000			
Na	0.200	0.831	0.132	0.186	0.168	0.144	0.186	0.167	0.209			
K	1.330	1.125	1.023	1.617	1.639	1.560	1.504	1.503	1.643			
Ni	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
Ba	0.024	0.018	0.022	0.050	0.042	0.049	0.021	0.025	0.053			
total	15.453	15.769	15.345	15.548	15.566	15.456	15.613	15.659	15.600			
Mg#	30.1	30.5	27.9	47.4	55.7	33.1	29.4	28.6	47.7			

Table 9 Chemical composition of hornblendes in the Wzp-1 Tephra at Wanazusawa, Kawaguchi in the northern Uonuma Hills. Atomic ratio is based on O = 23 and Mg# denotes 100Mg/(Mg+Fe).

Sample name	和南津沢 Wzp-1 Hbl									
SiO <sub>2</sub>	42.45	43.18	43.02	42.96	42.73	42.77	42.20	42.72	42.80	43.52
TiO <sub>2</sub>	2.98	3.45	3.59	2.74	2.97	3.44	3.23	3.03	3.52	2.80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.44	11.34	11.50	11.23	11.22	11.60	11.55	12.06	11.99	11.15
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00
FeO	16.22	12.97	12.31	18.16	15.30	14.95	14.09	14.98	12.51	15.97
MnO	0.28	0.16	0.18	0.28	0.18	0.26	0.21	0.19	0.11	0.21
MgO	11.61	13.54	13.88	11.08	12.20	12.59	13.18	12.50	13.83	12.25
CaO	10.57	10.79	10.94	9.96	10.67	10.44	10.62	10.38	11.21	10.47
Na <sub>2</sub> O	2.37	2.33	2.37	2.33	2.31	2.59	2.37	2.41	2.42	2.26
K <sub>2</sub> O	0.36	0.31	0.34	0.22	0.33	0.24	0.29	0.29	0.31	0.37
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.04	0.00	0.08	0.03	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05
total	99.35	98.07	98.22	98.99	97.94	98.92	97.84	98.62	98.74	99.05
atm num. (O=23)										
Mg#	0.561	0.651	0.668	0.521	0.587	0.600	0.625	0.598	0.663	0.578
Si	6.243	6.335	6.295	6.377	6.349	6.282	6.253	6.286	6.237	6.399
Ti	0.330	0.381	0.395	0.305	0.332	0.380	0.360	0.335	0.385	0.309
Al	2.156	1.960	1.983	1.965	1.964	2.008	2.017	2.092	2.060	1.932
Cr	0.003	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.004	0.000	0.000	0.000
Fe	1.995	1.591	1.506	2.254	1.901	1.836	1.746	1.844	1.524	1.964
Mn	0.035	0.020	0.022	0.035	0.023	0.032	0.027	0.024	0.014	0.027
Mg	2.545	2.961	3.027	2.453	2.702	2.757	2.912	2.742	3.004	2.685
Ca	1.665	1.696	1.716	1.584	1.698	1.643	1.686	1.636	1.750	1.650
Na	0.676	0.662	0.673	0.670	0.664	0.739	0.680	0.687	0.683	0.645
K	0.067	0.059	0.063	0.041	0.062	0.046	0.056	0.055	0.057	0.070
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.002	0.000	0.005	0.002	0.003	0.003	0.004	0.003	0.004	0.003
total	15.719	15.665	15.686	15.689	15.699	15.726	15.744	15.704	15.717	15.683
Sample name	田川 OK I Hbl									
SiO <sub>2</sub>	49.13	43.24	42.66	43.48	42.96	42.38	42.78	42.13		
TiO <sub>2</sub>	1.00	3.07	3.45	3.26	2.85	3.59	3.24	2.87		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.43	12.21	11.67	11.49	11.50	11.84	11.68	11.72		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00		
FeO	15.21	14.79	14.44	13.64	15.08	12.51	13.23	15.64		
MnO	0.33	0.18	0.17	0.14	0.19	0.12	0.18	0.16		
MgO	13.33	12.22	12.66	13.37	12.44	14.00	13.29	12.40		
CaO	11.85	10.98	10.80	10.81	10.57	10.94	10.83	10.29		
Na <sub>2</sub> O	0.79	2.42	2.29	2.42	2.36	2.43	2.34	2.36		
K <sub>2</sub> O	0.34	0.35	0.27	0.30	0.34	0.32	0.33	0.26		
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
BaO	0.01	0.05	0.04	0.08	0.04	0.00	0.04	0.06		
total	98.41	99.51	98.44	99.00	98.33	98.13	97.95	97.89		
atm num. (O=23)										
Mg#	0.610	0.596	0.610	0.636	0.595	0.666	0.642	0.586		
Si	7.166	6.304	6.282	6.338	6.346	6.216	6.299	6.272		
Ti	0.110	0.336	0.382	0.357	0.316	0.396	0.359	0.321		
Al	1.105	2.097	2.024	1.974	2.002	2.047	2.026	2.056		
Cr	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000		
Fe	1.856	1.804	1.778	1.663	1.863	1.535	1.629	1.947		
Mn	0.041	0.022	0.022	0.018	0.024	0.014	0.022	0.020		
Mg	2.899	2.655	2.778	2.905	2.740	3.062	2.917	2.751		
Ca	1.852	1.714	1.704	1.688	1.672	1.718	1.708	1.642		
Na	0.222	0.684	0.652	0.684	0.676	0.690	0.667	0.681		
K	0.063	0.064	0.051	0.055	0.063	0.060	0.063	0.049		
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Ba	0.001	0.003	0.003	0.004	0.002	0.000	0.002	0.004		
total	15.314	15.685	15.676	15.687	15.706	15.739	15.694	15.744		



Table 10 Chemical composition of hornblendes in the Kog Tephra at Kowakita, Kawaguchi in the northern Uonuma Hills. Atomic ratio is based on O = 23 and Mg# denotes 100Mg/(Mg+Fe).

Sample name	小和北 Kog Hbl											
SiO <sub>2</sub>	42.73	42.55	42.05	42.44	41.54	42.96	42.36	42.40	41.67	41.65	42.95	41.33
TiO <sub>2</sub>	3.32	3.56	2.89	3.61	3.57	2.71	3.10	3.23	3.10	3.53	2.07	3.24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.62	11.76	12.21	12.16	12.70	11.09	11.86	12.06	11.58	12.32	11.72	11.94
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04
FeO	13.04	12.46	16.71	11.67	13.80	17.67	12.99	12.06	14.12	16.64	16.28	12.31
MnO	0.14	0.18	0.23	0.09	0.12	0.42	0.14	0.14	0.17	0.21	0.36	0.10
MgO	13.75	13.63	11.20	14.45	12.85	10.80	13.63	13.77	13.09	11.32	11.85	13.49
CaO	10.83	10.87	10.62	11.00	11.02	10.00	10.83	11.02	10.49	10.57	9.67	10.70
Na <sub>2</sub> O	2.39	2.50	2.33	2.41	2.54	2.26	2.44	2.37	2.51	2.50	2.17	2.47
K <sub>2</sub> O	0.30	0.26	0.36	0.30	0.35	0.31	0.31	0.29	0.27	0.30	0.28	0.32
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.04	0.05	0.11	0.05	0.06	0.03	0.05	0.01	0.00	0.03	0.04	0.08
total	98.15	97.82	98.71	98.18	98.55	98.25	97.71	97.36	97.03	99.08	97.39	96.01
atm num. (O=23)												
Mg#	0.653	0.661	0.544	0.688	0.624	0.521	0.651	0.671	0.623	0.548	0.565	0.662
Si	6.274	6.258	6.247	6.197	6.115	6.418	6.252	6.250	6.230	6.168	6.415	6.202
Ti	0.366	0.393	0.323	0.396	0.395	0.304	0.344	0.358	0.349	0.394	0.233	0.366
Al	2.010	2.038	2.138	2.092	2.204	1.953	2.062	2.096	2.041	2.149	2.063	2.112
Cr	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.005
Fe	1.601	1.532	2.077	1.425	1.700	2.208	1.604	1.487	1.766	2.061	2.034	1.544
Mn	0.018	0.022	0.029	0.011	0.014	0.053	0.018	0.017	0.022	0.026	0.045	0.013
Mg	3.009	2.988	2.480	3.145	2.821	2.406	2.998	3.026	2.918	2.500	2.638	3.019
Ca	1.704	1.713	1.691	1.721	1.738	1.601	1.713	1.741	1.680	1.677	1.548	1.721
Na	0.681	0.714	0.670	0.682	0.726	0.654	0.698	0.678	0.727	0.718	0.629	0.718
K	0.057	0.050	0.068	0.057	0.065	0.058	0.058	0.055	0.052	0.056	0.054	0.060
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.002	0.003	0.007	0.003	0.004	0.002	0.003	0.001	0.000	0.002	0.002	0.005
total	15.723	15.711	15.730	15.729	15.783	15.657	15.750	15.710	15.788	15.751	15.662	15.763

Table 11 Chemical composition of hornblendes in the Hap-2 Tephra at at Jorakuji in the Chuo Oil Field. Atomic ratio is based on O = 23 and Mg# denotes 100Mg/(Mg+Fe).

Sample name	常楽寺 Hap-2 Hbl					
SiO <sub>2</sub>	46.00	43.01	46.48	46.10	46.51	49.71
TiO <sub>2</sub>	1.87	2.02	1.42	1.35	1.92	1.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.91	9.28	7.31	7.13	7.83	6.49
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00
FeO	16.15	21.77	17.48	18.96	15.26	16.56
MnO	0.35	0.77	0.47	0.29	0.37	0.44
MgO	11.93	7.57	11.45	10.58	12.25	12.49
CaO	11.06	10.55	11.01	10.91	10.96	10.90
Na <sub>2</sub> O	1.42	1.50	1.29	1.36	1.32	0.98
K <sub>2</sub> O	0.60	0.64	0.51	0.68	0.64	0.42
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.07	0.08	0.07	0.00	0.01	0.03
total	97.36	97.23	97.50	97.38	97.08	99.02
atm num. (O=23)						
Mg#	0.568	0.383	0.539	0.499	0.589	0.574
Si	6.869	6.645	6.964	6.967	6.923	7.229
Ti	0.210	0.235	0.160	0.153	0.214	0.111
Al	1.391	1.690	1.291	1.270	1.374	1.112
Cr	0.000	0.005	0.000	0.001	0.000	0.000
Fe	2.017	2.814	2.191	2.396	1.900	2.014
Mn	0.045	0.101	0.059	0.037	0.047	0.055
Mg	2.657	1.743	2.557	2.384	2.717	2.708
Ca	1.770	1.747	1.768	1.768	1.748	1.698
Na	0.412	0.450	0.376	0.400	0.382	0.275
K	0.114	0.126	0.098	0.131	0.122	0.078
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.004	0.005	0.004	0.000	0.001	0.001
total	15.488	15.561	15.467	15.509	15.428	15.281

の黒雲母よりも  $Mg\#$  値が高い。また  $TiO_2$  は4.3–4.6%程度、 $MnO$  は0.25–0.40%程度である。Hap-2、Tsp および SK110の火山ガラスの組成は類似するが、黒雲母の化学組成からは、以上のようにこれら3層のテフラは明瞭に区別される。

ホルンブレンドについては、Tsp に対比される Wzp (Table 9上)、OKI テフラ (Table 9下) および Kog (Table 10) はともに  $Mg\# = 52-67$  の範囲にある。また  $TiO_2$  は2.1–3.5%程度、 $Al_2O_3$  は11.0–12.7%、 $Na_2O$  は2.1–2.6%程度でほぼ同様の組成を示し、その対比を支持する。これらに対し、常楽寺ルートの Hap-2 (Table 11) は分析個数は少ないが、 $Mg\# = 38-59$  とやや低く、また  $TiO_2$  は1.35–2.02%、 $Al_2O_3$  は7.13–9.28%、 $Na_2O$  は0.98–1.50%程度で、いずれも Tsp のホルンブレンドよりも低い値を示す。

斜方輝石については、常楽寺ルートの Tsp-2はおおむね  $Mg\# = 35-45$  の範囲（鉄シソ輝石）にある（Fig.10）。ただし  $Mg\#$  値が高い側に  $Mg\# = 70$  付近まで広い範囲のものが含まれるのは、堆積過程での異質粒子の混入の影響もあると考えられる。十日町市田川の OKI や川口町小和北の Kog などについてもほぼ同様である。一方、Hap-2の斜方輝石は出雲崎町久田、下田村曲谷、新井市平丸（Hrp）において、いずれも  $Mg\# = 50-70$  の範囲（シソ輝石）を示し、Tsp の中心組成の  $Mg\# = 35-45$  よりも高い値を示す。また  $MnO$  量も Tsp の斜方輝石が1.3–2.3%程度を示すのに対して、Hap-2では0.5–1.2%程度と明らかに低い。

#### 第4章 新潟地域の鮮新世テフラ層の広域対比

新潟地域の鮮新世テフラ層のについて、新潟以外の地域との広域対比が示されているのは、目下のところ下位の層準から順に以下のテフラ層である。なお椎谷層中のテフラ層については黒川ほか（2003）にまとめられているが、広域対比されるものはまだ見出されていない。

1. 浜忠層および平層の Ykp テフラ層と長野県猿丸層の T1 テフラ層（青木・黒川, 1999, 樋口ほか, 2002）。
2. 浜忠層、西山層および程平層の Ya-4 テフラ層と金沢地域高窪層の釣部 1（TR1）テフラ層や富山県呉羽山地域西富山砂岩層中の t1 テフラ層など（田村・山崎, 2004）。
3. 浜忠層、西山層および程平層の Ya-5 テフラ層と金沢地域高窪層の砂子谷 1（Snk1）テフラ層や東海層群の坂井テフラ層（田村ほか, 2003；田村・山崎, 2004）、および房総半島安野層の An53 テフラ層（里口, 2003）。
4. 浜忠層の Znp-Ywg テフラ層、西山層の Ylg テフラ層、米山地域聖ヶ鼻層の Hjp テフラ層と氷見層群の PM テフラ層、東海層群の大田テフラ層など（Kurokawa and Tomita, 1998）。このテフラ層はその後各地で広域に見出されているが、房総半島では安野層の An85 テフラ層に対比される（里口, 2003；樋口・黒川, 2003d）。
5. 西山層の Nym テフラ層や田麦川層の板山テフラ層などと氷見層群の YT3 テフラ層および東海層群の佐布里テフラ層（黒川ほか, 1998）。
6. 西山層の Arg-2 テフラ層と氷見層群の MT2 テフラ層、東海層群の南谷 1（MD1）テフラ層など（富田・黒川, 1999）。
7. 西山層の Ftj テフラ層と氷見層群の UN テフラ層、東海層群の南谷 2（MD2）テフラ層など（Kurokawa and Tomita, 2000）および東京都青梅市の飯能礫層中の千ヶ瀬 2（CGS2）テフラ層（正田ほか, 2001）。
8. 西山層の Jwg-4 テフラ層や小千谷市野辺川ルートの NA11 テフラ層、田麦川層の Kyp テフラ層などと掛川層群の白岩テフラ層や古琵琶湖層群の虫生野テフラ層（Kurokawa et al, 2004）。
9. 西山層の Tsp テフラ層や魚沼層群の OKI テフラ層などと富山県呉羽山礫層中の谷口テフラ層（Tng）など（町田・新井, 2003, 田村・山崎, 2004）。
10. 西山層の Chw テフラ層や魚沼層群の Isgp テフラ層などと掛川層群の岩滑・五百済テフラ層（青木, 1999）。

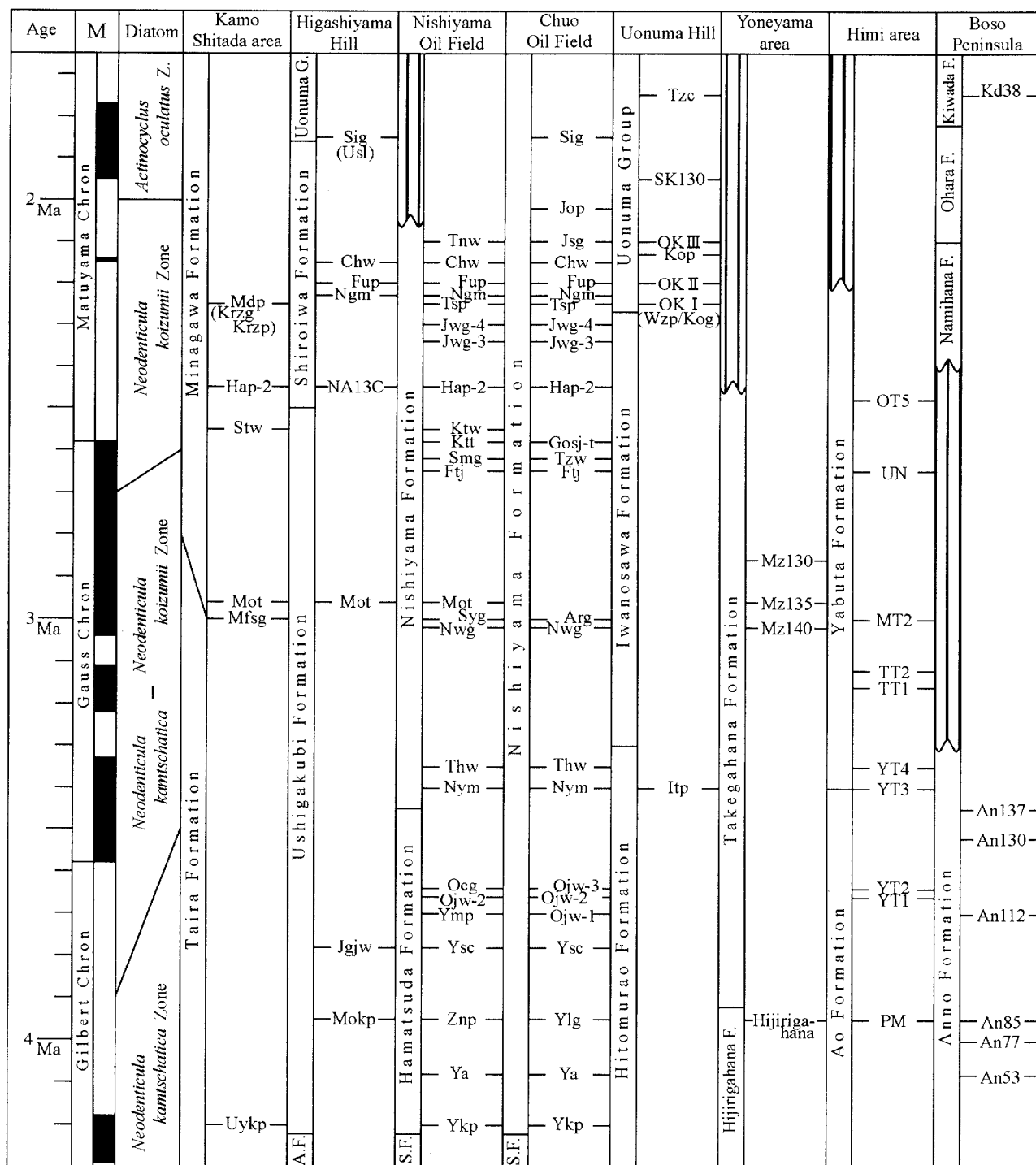


Fig.11 Pliocene representative Tephra Beds in the Niigata region and the correlation to the Tephra in the Himi Group and the Boso Peninsula. Tephra in the Higashiyama Hills was referred after Kurokawa et al (2002). Diatom Zones are after Yanagisawa and Akiba (1998).

以上のこれまで広域対比が行われているテフラ層以外にも、新潟地域の鮮新統には広域テフラ層である可能性があるテフラ層は多数存在しているものと考えられる。とくに浜忠層のYmp テフラ層は層厚も厚く、中央油帯ではOjw-1、東頸城丘陵では上岡テフラ層などとして新潟地域に広く分布し、広域テフラ層である可能性が極めて高い。また古地磁気層序のギルバート・クロンとガウス・クロンの境界はYmp テフラ層の上位にあると想定されている。そこで今回、氷見層群において、新潟地域のNymに対比されているYT3 テフラ層の下位に見出されるYT1、YT2テフラ層およびYT3の上位に見出されるYT4テフラ層と新潟地域のテフラ層との広域対比を検討した。また房総半島安野層中のテフラ層について、Ymp テフラ層との広域対比を検討した。なお今回の検討結果も含めて、新潟地域における鮮新世の主要なテフラ層のテフラ層序と広域対比の一部をFig.11に示した。

## 第5章 氷見層群のYT1, YT2, YT4 テフラ層と新潟地域のテフラ層との対比

氷見層群においてYT1およびYT2テフラ層は阿尾累層最上部に挟在する。YT3テフラ層はYT2テフラ層の約7 m上位の藪田累層基底部に挟在し、YT4テフラ層はYT3テフラ層の約2.5m上位に挟在している（渡辺, 1990）。YT3テフラ層が新潟地域の西山油帯においては浜忠層直上の西山層基底部に挟在していることから、YT1およびYT2テフラ層の層準は浜忠層上部に相当し、YT4テフラ層の層準はNym テフラ層直上の西山層の層準に相当すると考えられる。

### (1) YT1とOjw-2テフラ層、およびYT2とOcg（Ojw-3）テフラ層との対比

YT1テフラ層は白色シルトサイズのテフラ層で、氷見市藪田において層厚15cm（Photo 33）。ガラス質で火山ガラスは偏平型が多いが多孔質型ガラスやbubble junction型ガラスも混えている（Photo 34）。有色鉱物は黒雲母が多い。YT2テフラ層はYT1テフラ層の170cm上位に見出され、層厚35cm（Photo 37）。下部20cmは白色のガラス質テフラ層で、極細粒砂サイズからシルトサイズに級化し、弱い平行ラミナが認められる。火山ガラスは多孔質型、偏平型、中間型が混在し（Photo 38）、また褐色ガラスや黒曜石片をやや多く含む。有色鉱物は少量の黒雲母を含む。上部の15cmは灰白色凝灰質シルト層である。

新潟地域でこれらを2層組と考えた場合、対比の可能性としては中央油帯におけるOjw-2テフラ層（層厚10cm）（Photo 35）とその50cm上位のOjw-3テフラ層（層厚10cm）の組みが考えられる。いずれも白色ガラス質テフラ層で、Ojw-3の670cm上位にNym（YT3）が挟在している（黒川ほか, 2002）。なおこれらの層準は西山油帯では浜忠層上部に相当し、Ojw-3は西山油帯のOcgに対比される。西山油帯では、Ymp テフラ層の4 m上位にOjw-2（層厚15cm）が、その約50cmにOcg（層厚85cm）が見出される。Ocgは極細粒砂ないしシルトサイズで、下部40cmは白色、上部は灰白色を示し、弱い平行ラミナが認められる（Photo 39）。Ojw-2の火山ガラスは偏平型が多いが中間型ガラスやbubble junction型ガラスも混えており（Photo 36）、YT1のガラスに類似している。有色鉱物は黒雲母が多い。Ocg（Ojw-3）の火山ガラスは多孔質型、偏平型、中間型が混在し（Photo 40）、また褐色ガラスや黒曜石片をやや多く含むなどYT2にその特徴が酷似している。有色鉱物は少量の黒雲母を含む。

以上の層準的位置と記載岩石学的特徴の類似から、これらの2組のテフラ層は対比される可能性がある。そこで火山ガラスのEPMA分析を行った。

YT1とOjw-2のガラスの組成はCaO量がともに0.60%程度の比較的低い値を示すなど、おおむね類似している（Table 12, Fig.12）。なおYT1の火山ガラスの組成は、Ojw-2の下位にあって同じく黒雲母が多いYmp（Ojw-1）のガラスの組成（Table 12）とはFeOやCaOをはじめ、明らかに異なっている。

次に、YT2とOcg（Ojw-3）の火山ガラスの組成についても、CaOなどに若干の差異が見られるものの、FeOが1.4–1.7%程度の比較的高い値を示すなどおおむね類似している（Table 12, Fig.13）。

以上の層準、記載岩石学的特徴、および火山ガラスの化学組成の検討から、YT1とOjw-2、およびYT2とOcg（Ojw-3）はそれぞれ対比される可能性が高いと考えられる。なおYT1とOjw-2が対比されたとすると、氷見層群の古地磁気層序において、YT1は逆帯磁とされている（伊藤・渡辺, 1997）ことか

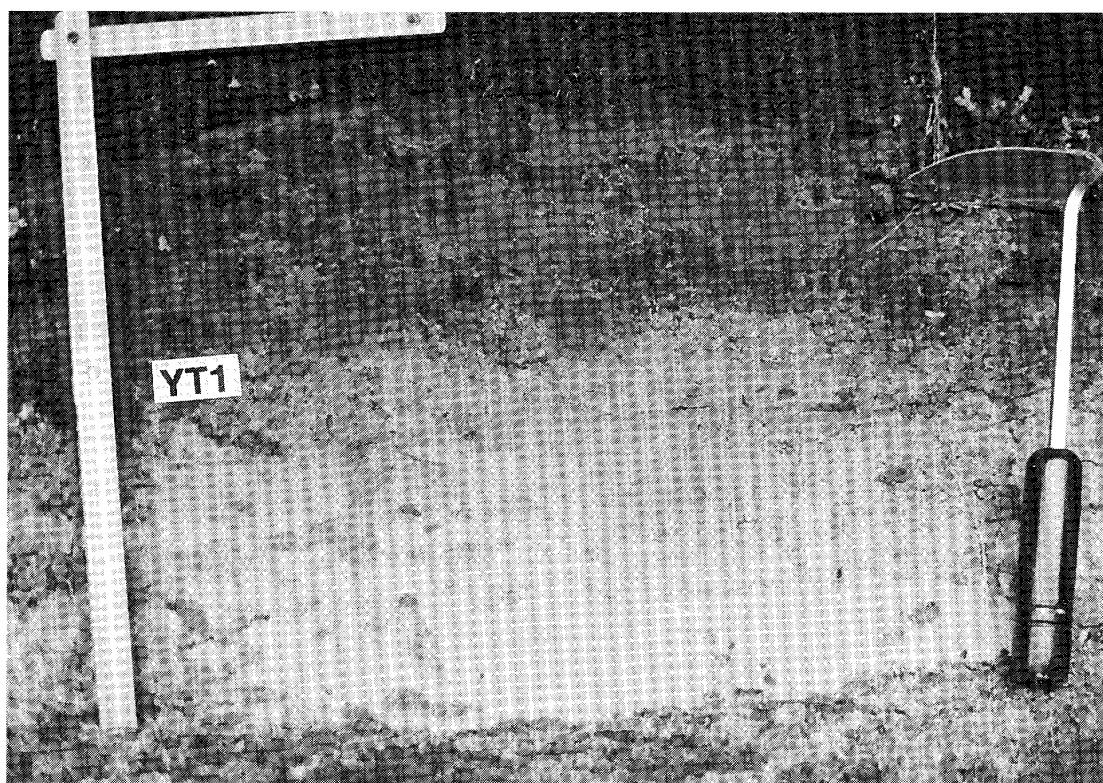


Photo 33 Field occurrence of the YT1 Tephra Bed (15cm thick) at Yabuta in the Himi Group.



Photo 34 Components of the YT1 Tephra at Yabuta in the Himi Group.



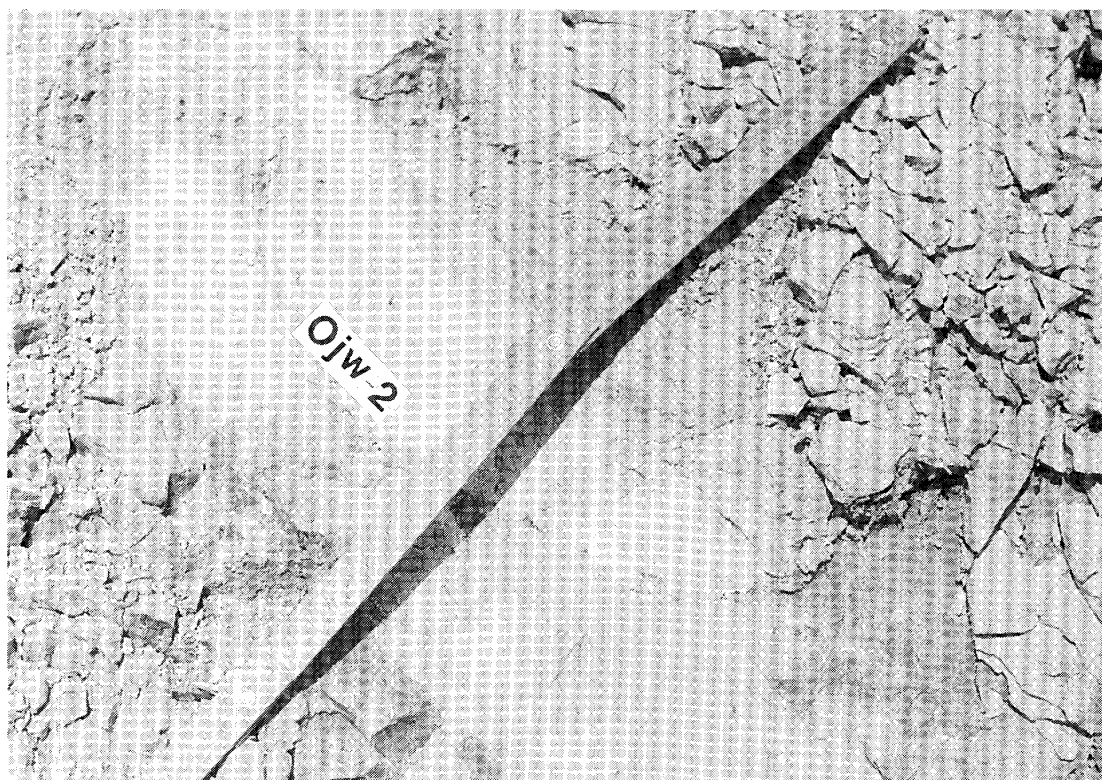


Photo 35 Field occurrence of the Ojw-2 Tephra Bed (10cm thick) in the Nishiyama Formation at Hachikokusankita in the Chuo Oil Field.



Photo 36 Components of the Ojw-2 Tephra at Ochimizu in the Nishiyama Oil Field.

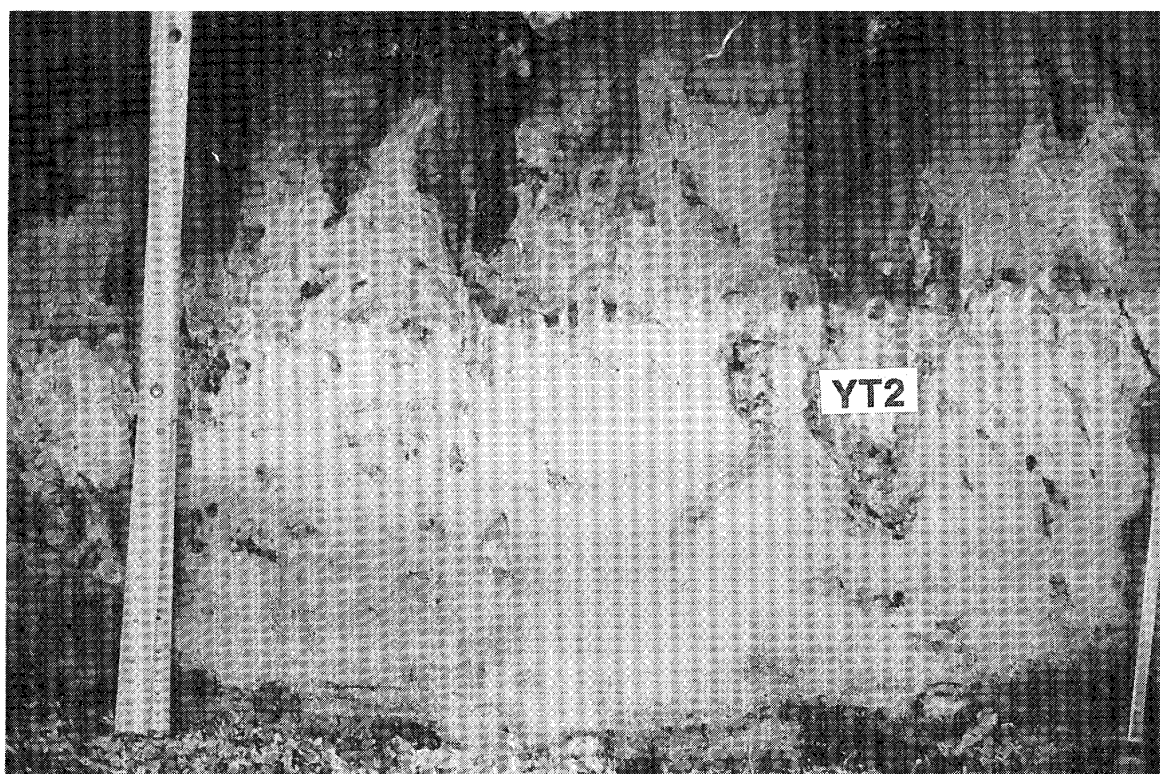


Photo 37 Field occurrence of the YT2 Tephra Bed (35cm thick) at Yabuta in the Himi Group. Weak grading and lamination are notable.

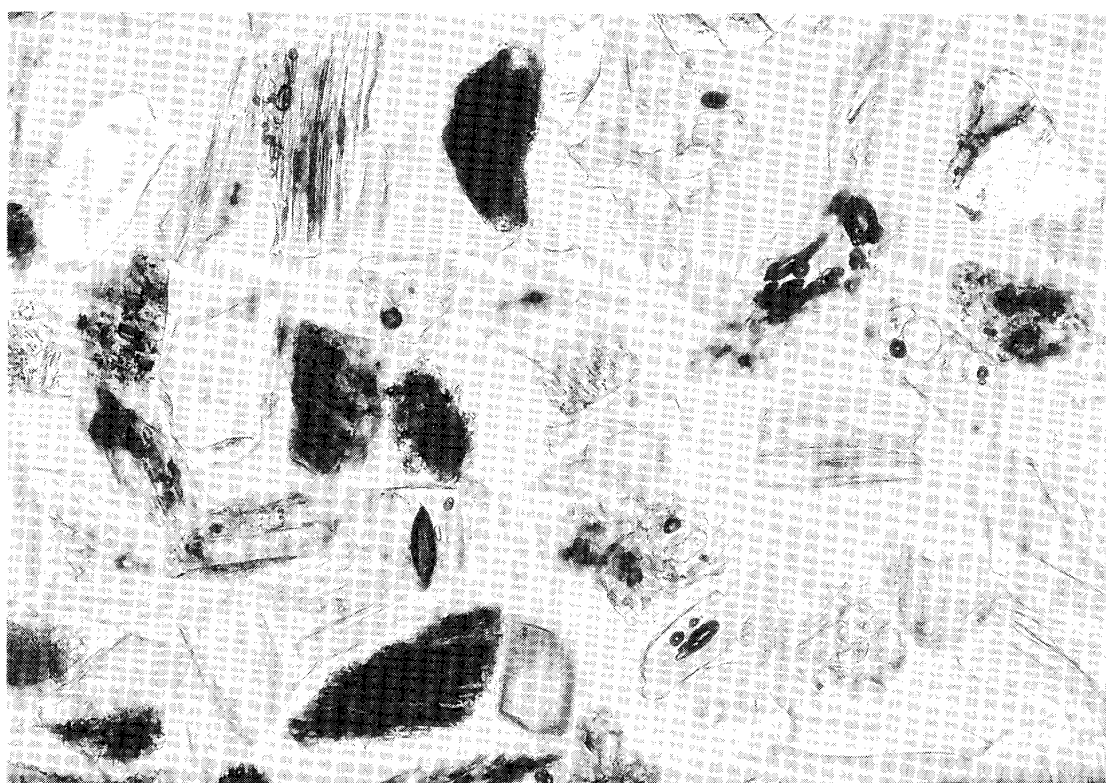


Photo 38 Components of the YT2 Tephra at Yabuta in the Himi Group.

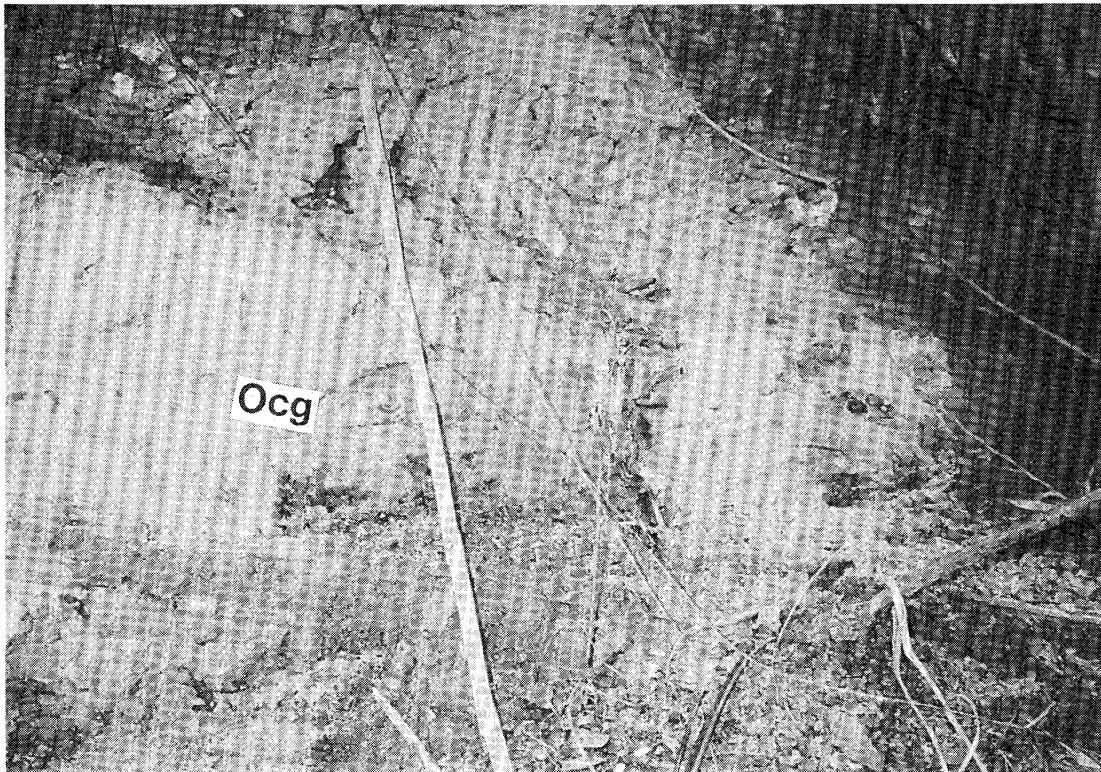


Photo 39 Field occurrence of the Ocg Tephra Bed (85cm thick) in the Hamatsuda Formation at Ochimizu in the Nishiyama Oil Field. Weak lamination is notable.

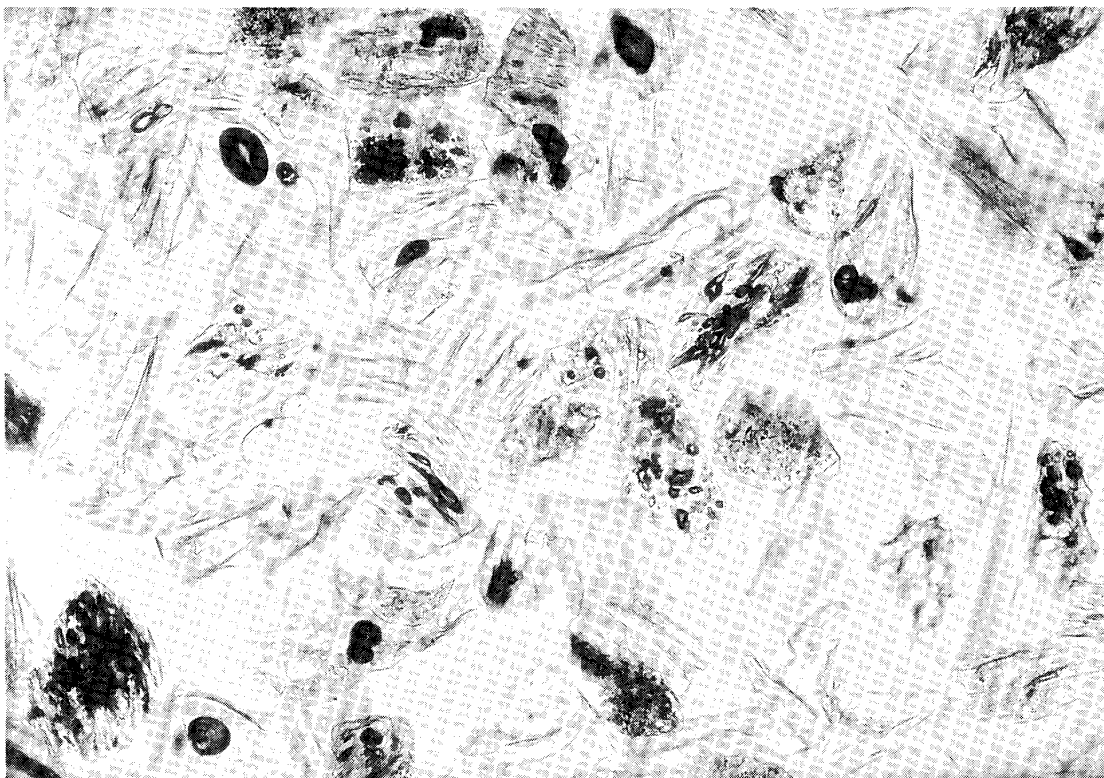


Photo 40 Components of the Ocg Tephra at Miyagawa, Kashiwazaki City in the Nishiyama Oil Field.

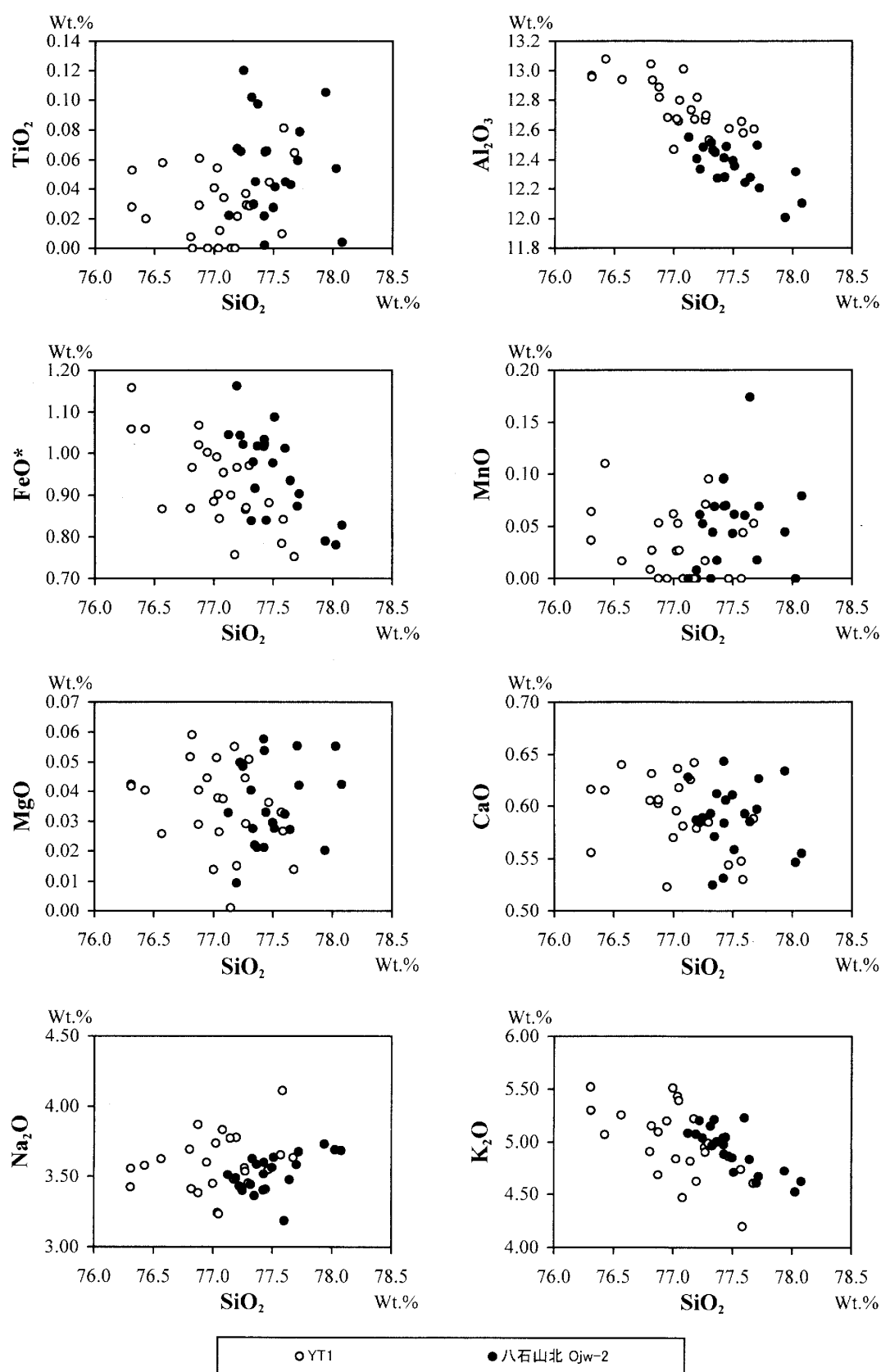


Fig.12 Chemical composition of glass shards of the YT1 Tephra at Yabuta in the Himi Group and the Ojw-2 Tephra at Hachikokusankita in the Chuo Oil Field in the Niigata region.

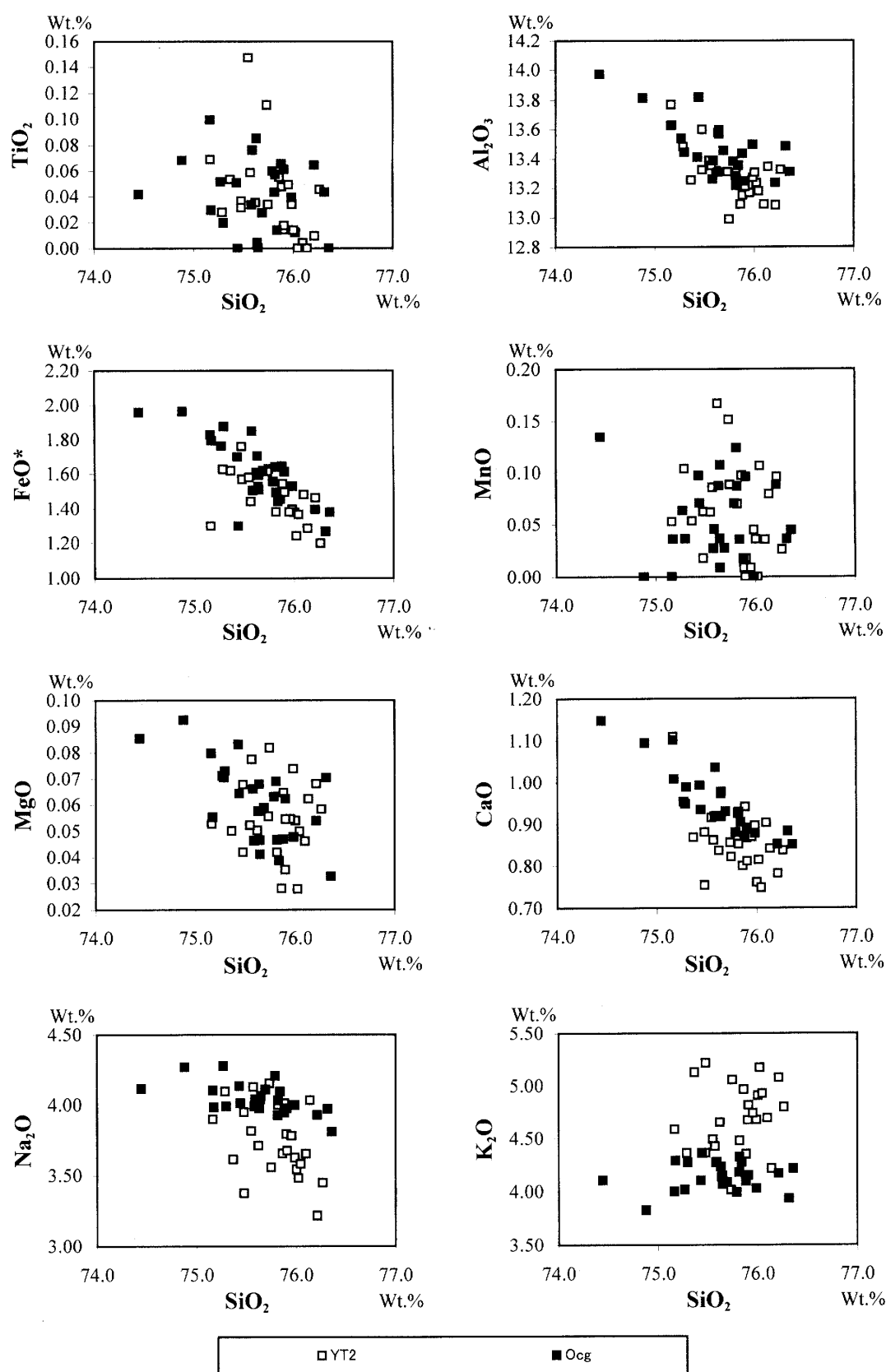


Fig.13 Chemical composition of glass shards of the YT2 Tephra at Yabuta in the Himi Group and the Ocg Tephra at Yamada in the Nishiyama Oil Field in the Niigata region.



Table 12 Chemical composition of the glass shards of the Ymp, Ojw-1, Ojw-2, Ojw-3, Ocg, Nym, Thw-3 and Thw-5 Tephra in the Niigata region, and the YT1, YT2, YT3 and YT4 Tephra in the Himi Group. The upper table shows the average (Ave.) and standard deviation (S.D). [n] shows the analytical number of grains and [r] shows the analytical round. The bottom table shows the ranges of the composition.

Tephra Bed	Sample Locality	SiO <sub>2</sub>		TiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		FeO*		MnO		MgO		CaO		Na <sub>2</sub> O		K <sub>2</sub> O		n	r
		Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.		
Thw-5	柏崎市宮川高浜小学校前	77.88	0.24	0.13	0.03	12.27	0.12	1.10	0.12	0.03	0.03	0.05	0.02	0.74	0.04	3.27	0.11	4.54	0.21	22	1
Thw-3	柏崎市宮川高浜小学校前	75.29	0.29	0.13	0.04	13.69	0.14	1.44	0.12	0.05	0.05	0.07	0.02	0.88	0.06	3.56	0.14	4.90	0.10	17	1
YT4	富山県氷見市阿尾森林公園	74.95	0.38	0.14	0.04	13.75	0.16	1.49	0.19	0.05	0.04	0.06	0.02	0.89	0.06	3.73	0.17	4.93	0.20	24	1
Nym	柏崎市宮川高浜小学校前	77.64	0.67	0.08	0.03	12.84	0.15	1.06	0.14	0.09	0.04	0.02	0.01	0.57	0.03	3.10	0.37	4.59	0.43	24	3
Nym	柏崎市宮川高浜小学校前	77.39	0.71	0.04	0.03	12.97	0.16	1.06	0.11	0.04	0.05	0.01	0.01	0.63	0.05	2.80	0.43	5.06	0.42	24	2
Nym	長岡市八石山北	76.85	0.24	0.03	0.02	12.90	0.13	1.13	0.12	0.04	0.04	0.02	0.01	0.62	0.04	3.15	0.25	5.23	0.28	24	2
Nym	出雲崎町常楽寺	77.34	0.60	0.08	0.02	12.79	0.20	1.13	0.17	0.08	0.05	0.03	0.01	0.60	0.08	3.21	0.32	4.75	0.23	19	3
Kst	板倉町上関田	77.55	0.66	0.10	0.06	12.40	0.29	1.07	0.26	0.07	0.04	0.03	0.02	0.69	0.13	3.12	0.42	4.98	0.33	23	3
Tn	上越市正善寺ダム	78.06	0.80	0.05	0.03	12.99	0.14	0.93	0.11	0.09	0.04	0.04	0.01	0.50	0.05	3.15	0.54	4.19	0.54	22	3
YT3	富山県氷見市阿尾森林公園	76.90	0.42	0.04	0.03	12.92	0.11	1.05	0.09	0.04	0.04	0.02	0.01	0.61	0.04	3.00	0.25	5.42	0.30	24	2
Ocg	出雲崎町落水海岸	75.76	0.22	0.10	0.04	13.71	0.11	1.52	0.12	0.11	0.03	0.08	0.01	1.02	0.06	3.50	0.14	4.20	0.23	23	4
Ocg	寺泊町山田	76.16	0.37	0.08	0.03	13.67	0.16	1.50	0.19	0.14	0.04	0.07	0.02	0.97	0.08	3.30	0.14	4.11	0.16	20	4
Ocg	寺泊町山田	75.62	0.43	0.04	0.03	13.47	0.20	1.62	0.19	0.06	0.04	0.06	0.02	0.95	0.08	4.04	0.11	4.14	0.13	25	5
Ojw-3	長岡市八石山北	75.91	0.27	0.09	0.03	13.69	0.11	1.54	0.11	0.11	0.05	0.08	0.01	0.98	0.05	3.33	0.16	4.28	0.17	25	4
Ojw-3	出雲崎町常楽寺	75.96	0.25	0.08	0.03	13.71	0.11	1.50	0.12	0.12	0.06	0.07	0.02	0.99	0.06	3.28	0.15	4.31	0.24	25	4
Ojw-m	出雲崎町常楽寺	76.15	0.48	0.08	0.04	13.61	0.17	1.52	0.19	0.13	0.05	0.08	0.02	1.00	0.10	3.09	0.16	4.34	0.24	25	4
YT2	富山県氷見市藪田	75.79	0.30	0.04	0.03	13.28	0.17	1.47	0.14	0.06	0.05	0.05	0.01	0.86	0.08	3.74	0.25	4.70	0.32	24	5
Ojw-2	出雲崎町落水海岸	77.89	0.27	0.04	0.03	12.77	0.16	0.84	0.07	0.07	0.04	0.04	0.01	0.61	0.03	3.19	0.15	4.54	0.33	25	4
Ojw-2	長岡市八石山北	77.81	0.32	0.05	0.03	12.81	0.31	0.86	0.08	0.09	0.03	0.05	0.01	0.60	0.04	3.04	0.24	4.70	0.18	23	4
YT1	富山県氷見市藪田	77.03	0.37	0.03	0.02	12.77	0.17	0.93	0.10	0.03	0.03	0.04	0.01	0.59	0.03	3.59	0.20	4.99	0.34	24	5
Ymp	出雲崎町落水海岸	76.77	0.26	0.06	0.02	13.48	0.10	1.27	0.09	0.11	0.04	0.05	0.01	0.76	0.04	2.98	0.16	4.52	0.18	25	4
Ymp	寺泊町山田	76.73	0.28	0.05	0.02	13.46	0.10	1.31	0.13	0.13	0.05	0.05	0.02	0.78	0.04	3.08	0.15	4.42	0.22	24	4
Ojw-1	長岡市八石山北	76.89	0.33	0.05	0.03	13.41	0.10	1.27	0.11	0.11	0.05	0.05	0.01	0.79	0.05	2.75	0.32	4.68	0.18	24	4
Tephra	Sample Locality	SiO <sub>2</sub>		TiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		FeO*		MnO		MgO		CaO		Na <sub>2</sub> O		K <sub>2</sub> O		r	
Thw-5	柏崎市宮川高浜小学校前	77.5-78.3		0.09-0.18		12.0-12.5		0.76-1.32		0.00-0.09		0.02-0.08		0.66-0.82		2.99-3.41		4.14-4.90		1	
Thw-3	柏崎市宮川高浜小学校前	74.9-76.1		0.07-0.17		13.4-13.9		1.23-1.70		0.00-0.13		0.02-0.10		0.73-0.96		3.25-3.73		4.69-5.12		1	
YT4	富山県氷見市阿尾森林公園	74.3-76.1		0.05-0.22		13.3-14.1		1.06-1.91		0.00-0.16		0.03-0.09		0.75-0.99		3.26-4.02		4.59-5.45		1	
Nym	柏崎市宮川高浜小学校前	76.9-79.1		0.03-0.15		12.5-13.2		0.77-1.40		0.01-0.15		0.00-0.05		0.53-0.67		2.35-3.59		3.70-5.24		3	
Nym	柏崎市宮川高浜小学校前	76.5-78.9		0.01-0.09		12.7-13.2		0.80-1.26		0.00-0.21		0.00-0.03		0.55-0.72		1.67-3.39		3.99-5.67		2	
Nym	長岡市八石山北	76.3-77.3		0.00-0.07		12.6-13.2		0.83-1.31		0.00-0.16		0.00-0.05		0.53-0.69		2.67-3.59		4.52-5.65		2	
Nym	出雲崎町常楽寺	76.0-78.8		0.04-0.13		12.5-13.3		0.86-1.61		0.01-0.17		0.00-0.06		0.54-0.87		2.53-3.72		4.17-5.08		3	
Kst	板倉町上関田	76.5-79.1		0.02-0.33		11.5-12.9		0.44-1.58		0.00-0.15		0.00-0.07		0.47-0.93		2.46-3.91		4.28-5.61		3	
Tn	上越市正善寺ダム	77.0-79.5		0.00-0.13		12.8-13.2		0.76-1.15		0.00-0.17		0.01-0.05		0.45-0.59		1.54-3.74		3.27-4.83		3	
YT3	富山県氷見市阿尾森林公園	76.3-78.2		0.00-0.09		12.7-13.2		0.88-1.22		0.00-0.15		0.00-0.05		0.52-0.68		1.98-3.25		4.88-5.96		2	
Ocg	出雲崎町落水海岸	75.2-76.1		0.04-0.18		13.5-13.9		1.28-1.72		0.05-0.17		0.06-0.10		0.91-1.21		3.11-3.77		3.86-4.91		4	
Ocg	寺泊町山田	75.3-76.8		0.03-0.13		13.4-14.1		1.16-1.99		0.05-0.20		0.04-0.12		0.84-1.16		2.95-3.64		3.74-4.36		4	
Ocg	寺泊町山田	74.4-76.4		0.00-0.10		13.2-14.0		1.27-1.96		0.00-0.13		0.03-0.09		0.85-1.15		3.81-4.27		3.82-4.36		5	
Ojw-3	長岡市八石山北	75.4-76.4		0.03-0.14		13.5-13.9		1.31-1.84		0.02-0.21		0.05-0.10		0.87-1.05		3.10-3.75		4.05-4.59		4	
Ojw-3	出雲崎町常楽寺	75.3-76.4		0.03-0.13		13.4-13.9		1.23-1.71		0.04-0.20		0.04-0.11		0.87-1.08		2.94-3.53		3.89-4.72		4	
Ojw-m	出雲崎町常楽寺	75.2-77.0		0.02-0.17		13.4-14.0		1.17-1.96		0.03-0.23		0.03-0.11		0.87-1.25		2.83-3.38		4.03-4.92		4	
YT2	富山県氷見市藪田	75.2-76.3		0.00-0.15		13.0-13.8		1.20-1.76		0.00-0.17		0.03-0.08		0.75-1.11		3.21-4.15		4.02-5.21		5	
Ojw-2	出雲崎町落水海岸	77.4-78.4		0.00-0.09		12.5-13.0		0.66-0.94		0.00-0.14		0.02-0.07		0.55-0.66		2.73-3.48		3.93-5.35		4	
Ojw-2	長岡市八石山北	77.5-78.4		0.01-0.10		12.5-13.0		0.61-0.99		0.04-0.15		0.03-0.07		0.50-0.66		2.52-3.43		4.31-5.05		4	
YT1	富山県氷見市藪田	76.3-77.7		0.00-0.08		12.5-13.1		0.75-1.16		0.00-0.11		0.00-0.06		0.52-0.64		3.23-4.11		4.20-5.52		5	
Ymp	出雲崎町落水海岸	76.3-77.2		0.02-0.12		13.3-13.7		1.09-1.50		0.02-0.17		0.03-0.08		0.68-0.88		2.62-3.30		4.27-5.02		4	
Ymp	寺泊町山田	76.1-77.2		0.01-0.09		13.3-13.7		1.08-1.48		0.05-0.24		0.02-0.08		0.67-0.88		2.81-3.43		4.18-5.27		4	
Ojw-1	長岡市八石山北	76.4-78.1		0.00-0.10		13.3-13.7		1.10-1.51		0.01-0.22		0.03-0.07		0.69-0.89		1.37-3.10		4.35-5.11		4	

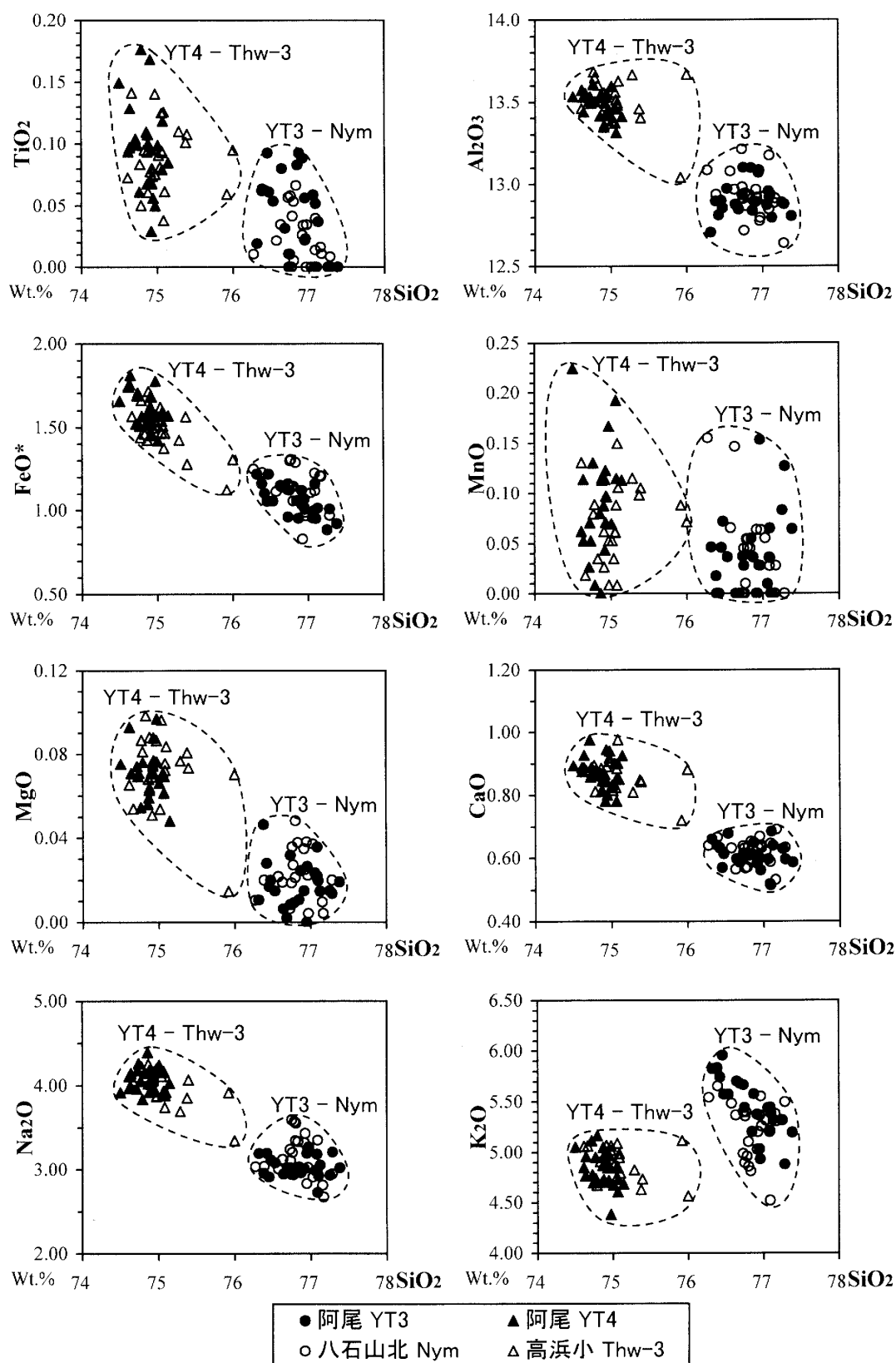


Fig.14 Chemical composition of glass shards of the YT4 Tephra at Ao in the Himi Group and the Thw-3 Tephra at Miyagawa in the Nishiyama Oil Field in the Niigata region. Chemical composition of the glass shards of the YT3 and Nym Tephtras is also shown as reference.

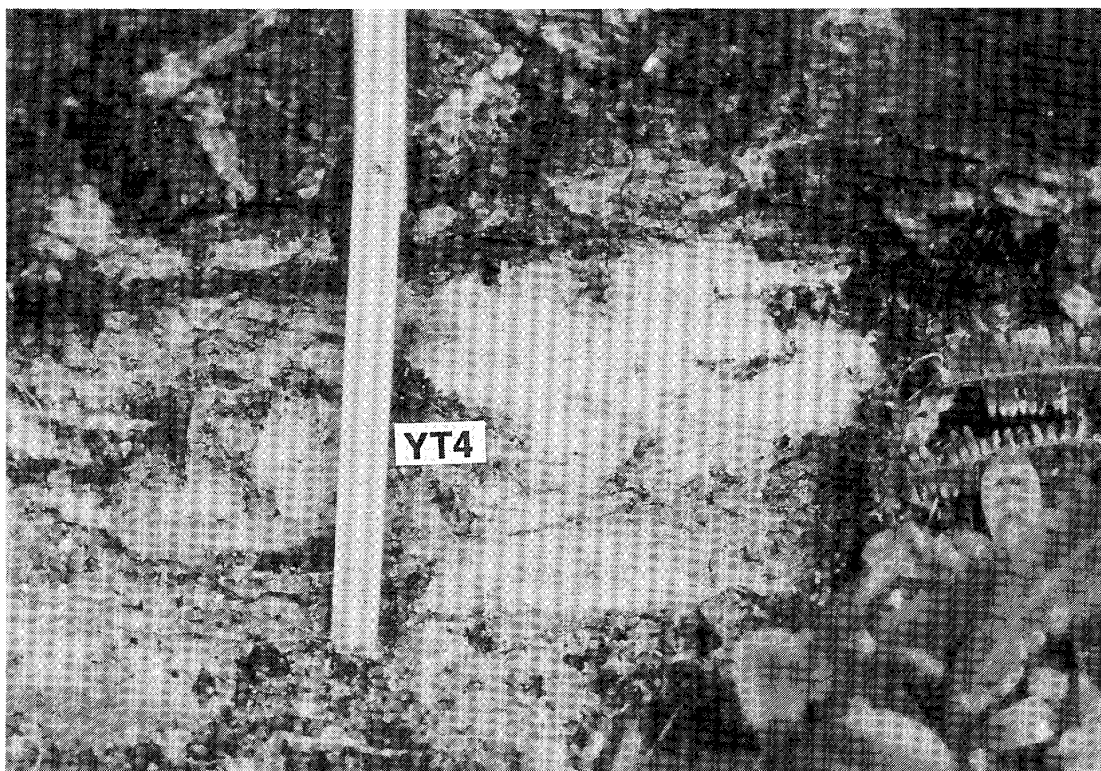


Photo 41 Field occurrence of the YT4 Tephra Bed (12cm thick) at Yabuta in the Himi Group.

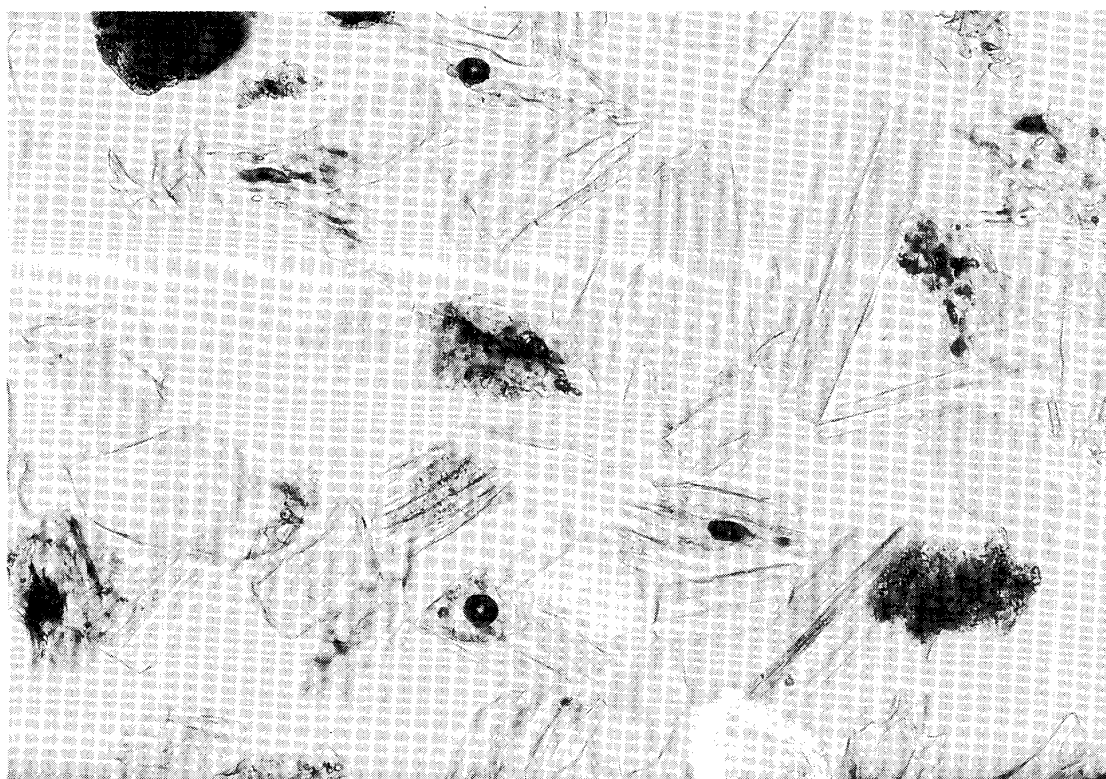


Photo 42 Components of the YT4 Tephra at Ao in the Himi Group.

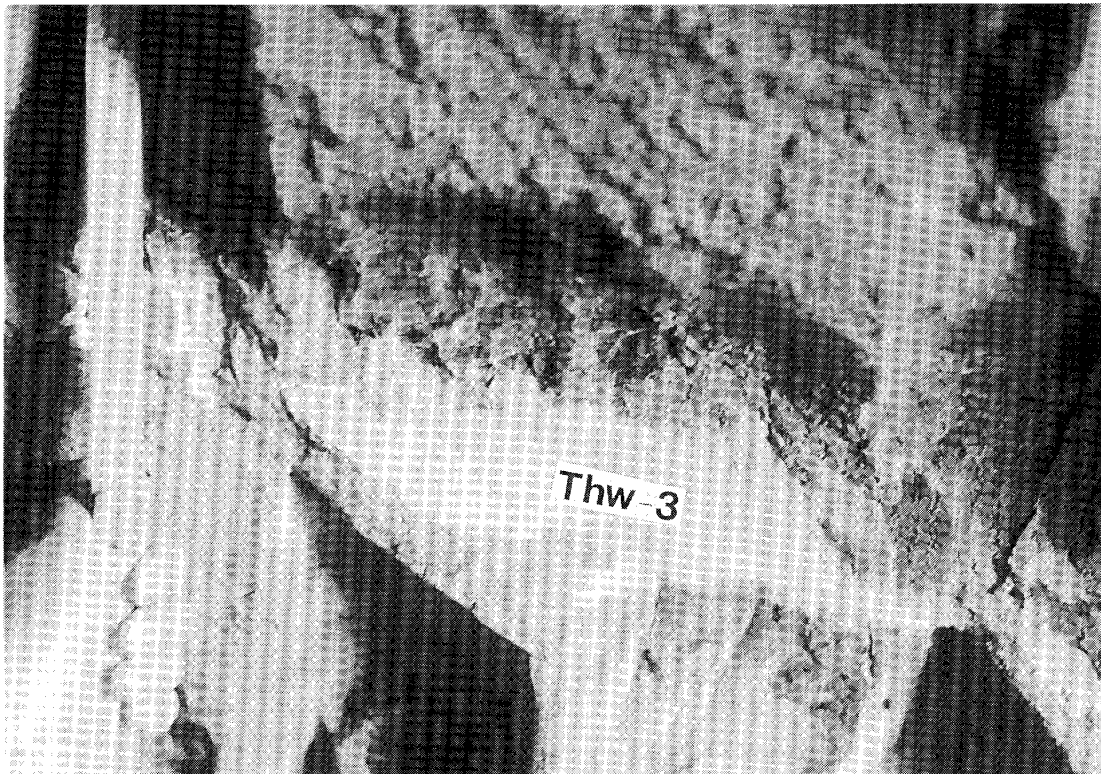


Photo 43 Field occurrence of the Thw-3 Tephra Bed (5cm thick) in the Nishiyama Formation at Miyagawa, Kashiwazaki City in the Nishiyama Oil Field.

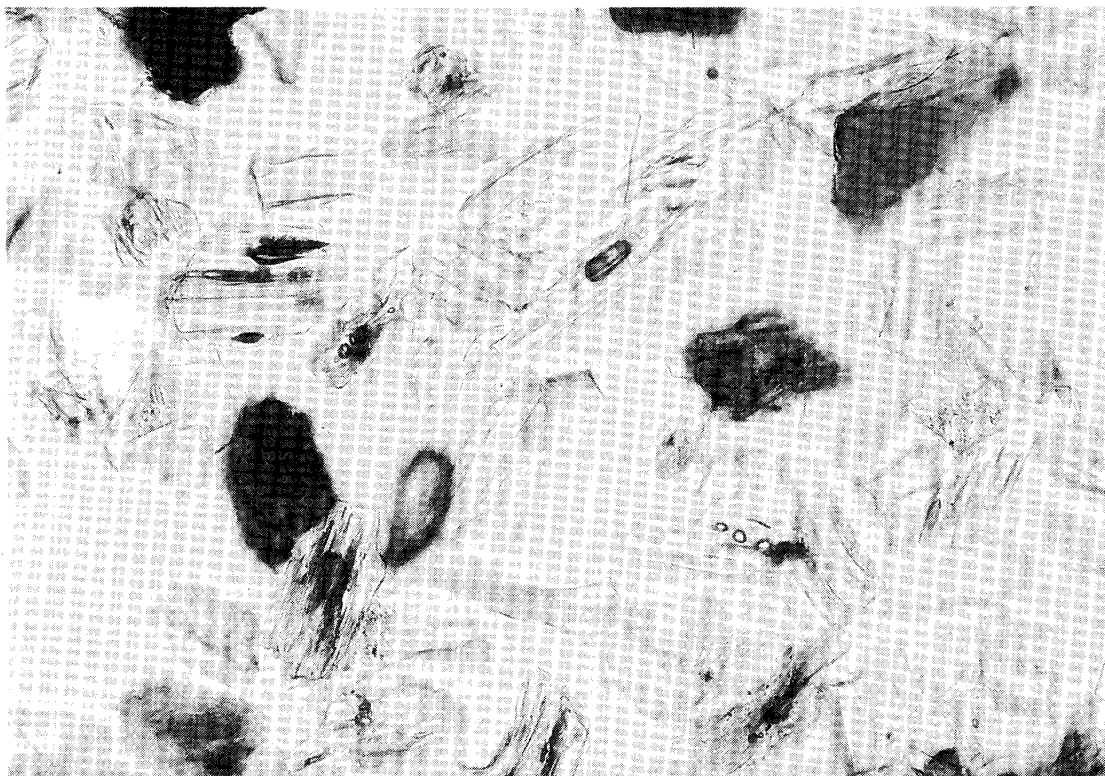


Photo 44 Components of the Thw-3 Tephra at Miyagawa (Photo 43), Kashiwazaki City in the Nishiyama Oil Field.

ら、新潟地域におけるギルバートーガウス境界は、Ojw-2よりも上位にあることになる。

## (2) YT4テフラ層と西山層の Thw-3 テフラ層の対比

氷見層群のYT4テフラ層は、YT3テフラ層の2.5m上位の藪田層に挟在する。白色ガラス質のテフラ層で、細粒砂サイズからシルトサイズに級化し、層厚12cm (Photo 41)。一方、新潟地域において、西山層中のThw-3テフラ層（黒川ほか，1989）は柏崎市宮川の高浜小学校入口の水路トンネルにおいて、YT3に対比されるNymテフラ層の6m上位の泥岩層に挟在する白色ガラス質テフラ層で、層厚3－5cm (Photo 43)。極細粒砂サイズからシルトサイズに級化する。下半部に黒雲母が点在する。今回、両テフラ層の対比を検討した。上記のように、層準的には問題はない。

記載岩石学的特徴については、YT4テフラは90%以上が火山ガラスで、2%程度の斜長石と1－2%の有色鉱物を含む。火山ガラスは偏平型のほか、多孔質型や中間型も混在している (Photo 42)。有色鉱物は黒雲母が圧倒的に多く、微量のホルンブレンドとジルコンを含む。新潟地域のThw-3テフラは90%以上が火山ガラスで、3%程度の斜長石と1－2%の有色鉱物を含む。火山ガラスは偏平型のほか、多孔質型や中間型も混在している (Photo 44)。有色鉱物は黒雲母が圧倒的に多く、微量のホルンブレンドとジルコンを含む。両者の記載岩石学的特徴は酷似している。

両テフラの火山ガラスの化学組成をTable 12およびFig. 14に示した。火山ガラスの化学組成も共通の領域を占める。とくに $\text{Al}_2\text{O}_3$ が13.69－13.75%，FeOが1.44－1.49%と周辺の層準のテフラに比べてやや高い値を示すことが特徴的である。なお参考のために、Fig. 14にはYT3-Nymテフラの火山ガラスの組成もあわせて示した。またTable 12にはこのほかYT3-Nymテフラ層に対比されている（黒川ほか，1998；黒川，1999a）新潟地域の綱子テフラ層（Tn）（試料採集地点は上越市正善寺ダム湖岸）および上関田テフラ層（Kst）（試料採集地点は新潟県中頸城郡板倉町上関田）の値も示した。さらに念のために、柏崎市宮川において、Thw-3テフラ層の120cm程度上位に見出される黒雲母を含むガラス質テフラ層Thw-5（黒川ほか，1989）（層厚4－5cm）の火山ガラスの化学組成もあわせて検討した。Thw-5（＝Thw-4）のガラスは平板型をはじめ偏平型ガラスが多く、ガラスの組成もYT4とは明らかに異なっている（Table 12）。以上の層準、産状、記載岩石学的特徴および火山ガラスの化学組成から、氷見層群のYT4テフラ層と新潟地域西山層のThw-3テフラ層とは、樋口・黒川（2003b）が指摘したように、確実に対比される。この対比によって、逆に、氷見層群のYT3テフラ層と新潟地域のNymテフラ層との対比が、より一層確実なものとなった。

## 第6章 Ymp テフラ層と房総半島安野層の An112 テフラ層との対比

浜忠層中のYmpテフラ層は西山油帯においてよく連続し、また中央油帯のOjw-1テフラ層、東頸城丘陵地域田麦川層の上岡テフラ層（KO）などに対比されるなど（黒川・金子，1992），新潟地域において広範囲に追跡される広域テフラ層である。氷見層群では見出されていないが、前述の対比の検討から、その層準はYT1テフラ層の直下に相当するものと予測される。今回、Ympテフラ層と房総半島安野層のテフラ層との対比を検討した。

安野層中のAn85テフラ層（千葉県立中央博物館，1995）は既に新潟地域浜忠層のZnpテフラ層に対比されている（樋口・黒川，2003d；里口，2003）。Ympテフラ層はZnpテフラ層よりも上位であるので、安野層においてはAn85テフラ層よりも上位のテフラ層がYmpテフラ層との対比の検討の対象となる。今回、An85テフラ層よりも上位にあって、Ympテフラ層と記載岩石学的特徴が類似するAn112テフラ層とAn130テフラ層を、富津市岩本の志駒川ルート（Fig. 3G）において検討した。

〔Ymp・An112・An130の層準・産状〕西山油帯において、Ympテフラ層はZnpテフラ層の約120m上位に挟在する。中央油帯においてはYmpに対比されるOjw-1テフラ層はZnpに対比されるYlgテフラ層の約25m上位の西山層の泥岩層に挟在する。Ympは全層厚1m前後で、重力流堆積物としての特徴を示す





Photo 45 Field occurrence of the An130 Tephra Bed in the Anno Formation along Shikomagawa (Fig.3G) , Huttu City in the Boso Peninsula.

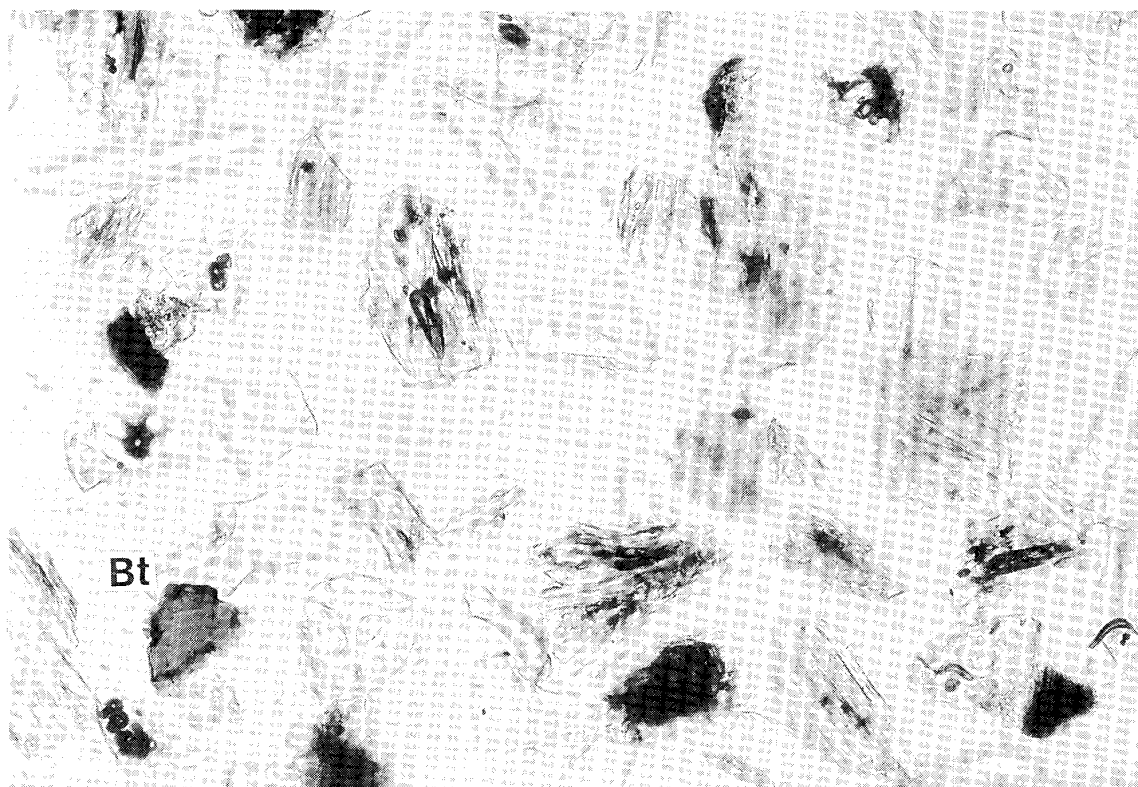


Photo 46 Components of the An130 Tephra at Shikomagawa (Photo 45) in the Boso Peninsula.

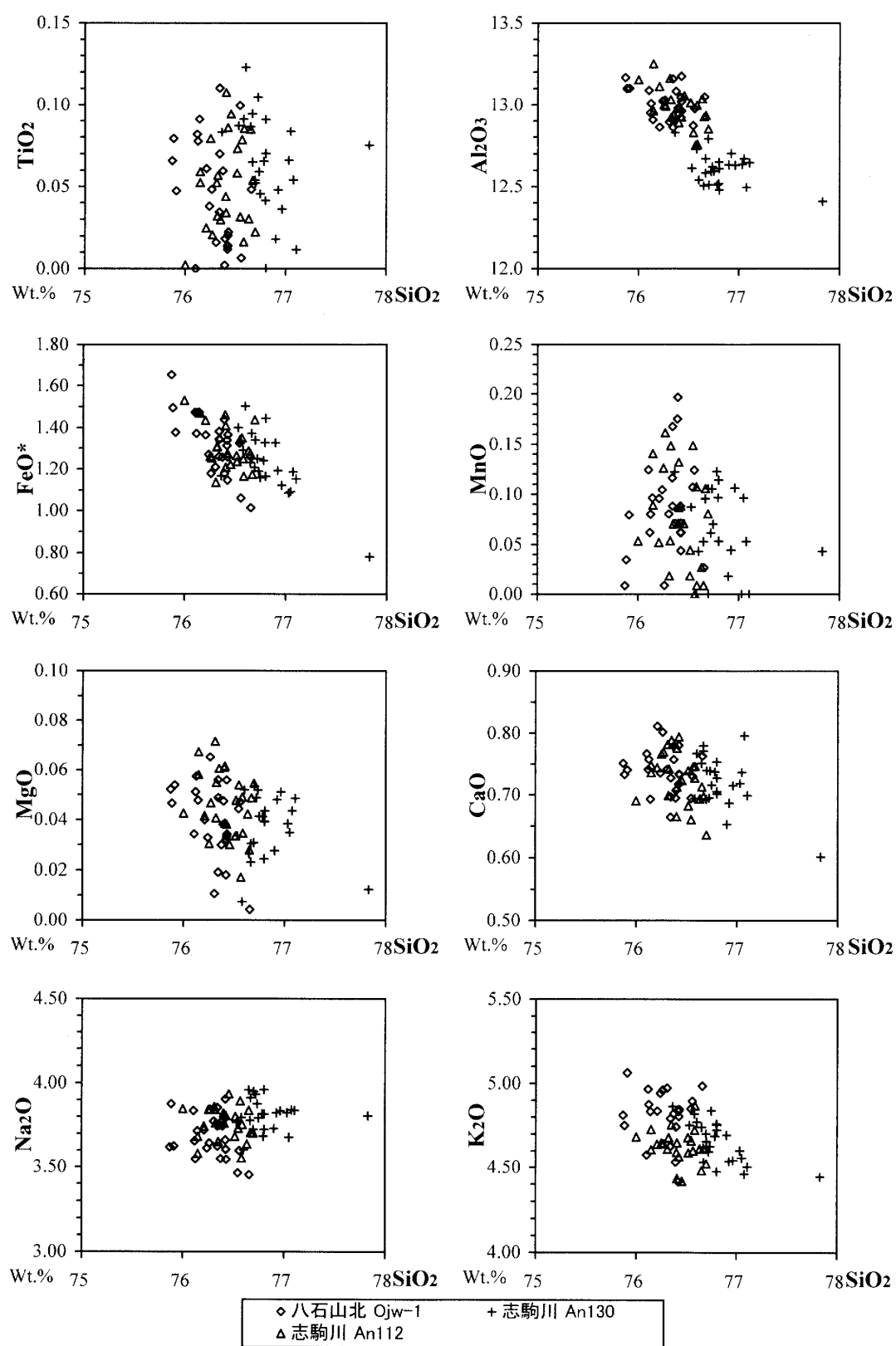


Fig.15 Chemical composition of glass shards of the Ojw-1 (Ymp) Tephra at Hachikokusankita in the Chuo Oil Field in the Niigata region, and the An112 and An130 Tephras in the Anno Formation along the Shikomagawa route (Fig.3G), Iwamoto, Huttu City in the Boso Peninsula.

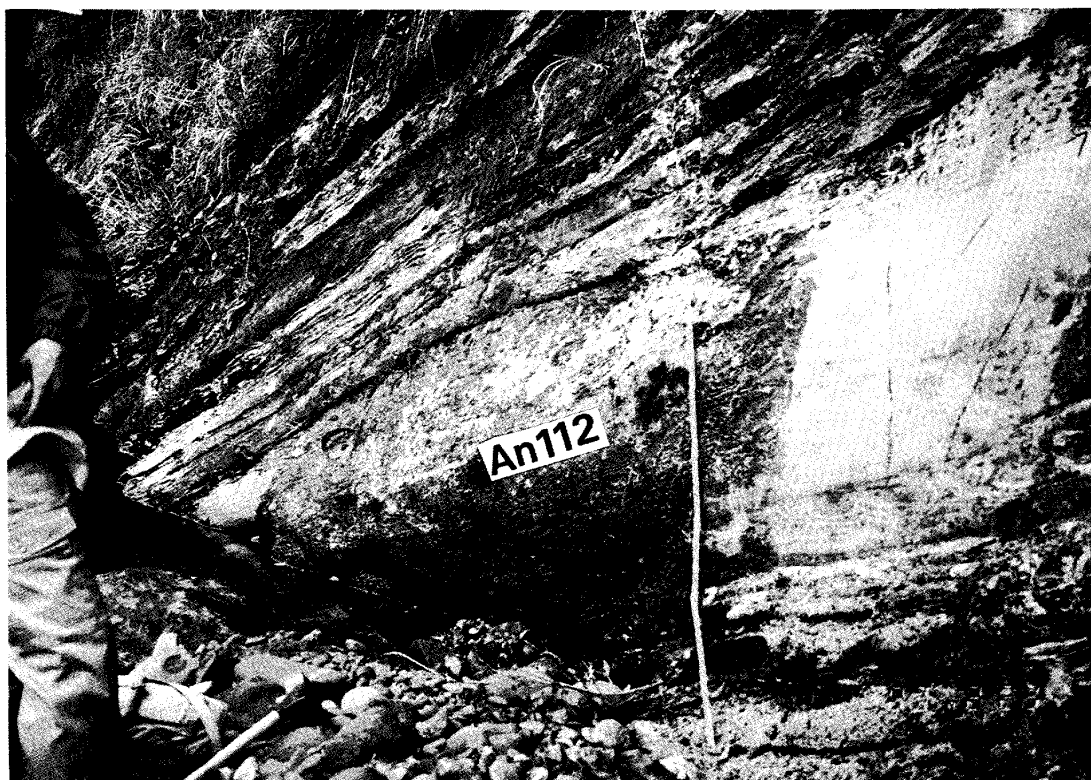


Photo 47 Field occurrence of the An112 Tephra Bed in the Anno Formation along Shikomagawa (Fig.3G), Iwamoto, Huttu City in the Boso Peninsula. The An112 Tephra Bed is 110cm thick, representing as gravity flow deposit.

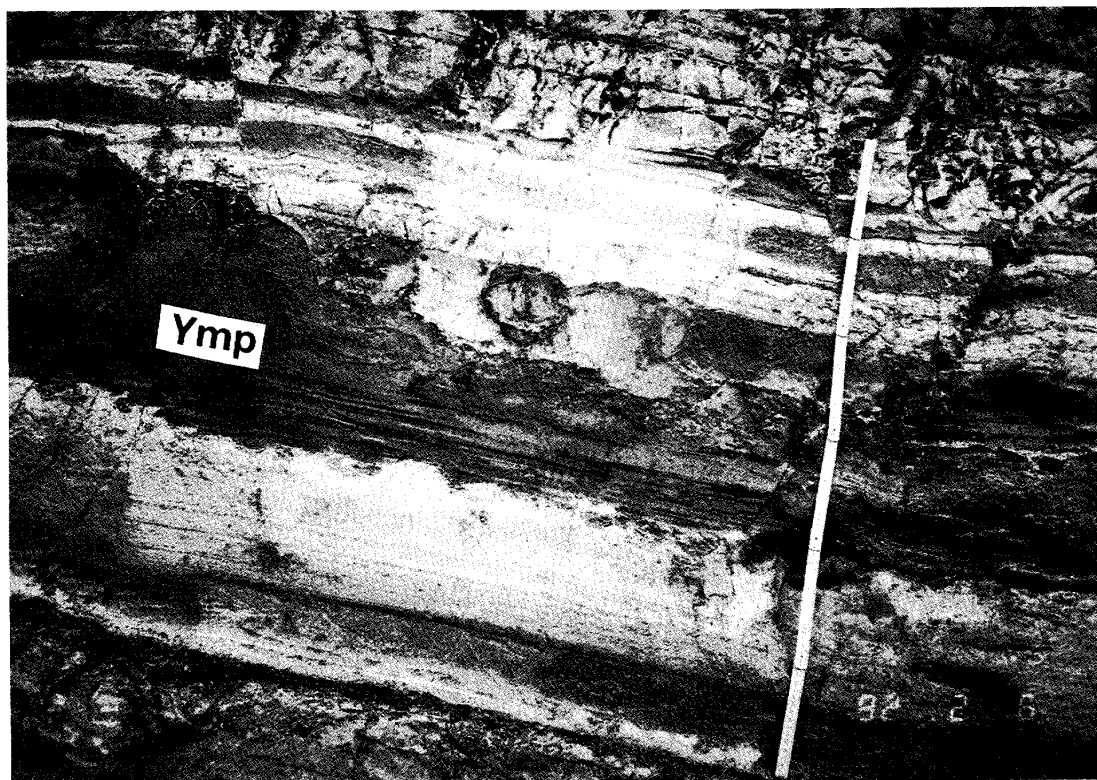


Photo 48 Field occurrence of the Ymp Tephra Bed (110cm thick) in the Hamatsuda Formation at Ochimizu in the Nishiyama Oil Field, representing as gravity flow deposit.



Photo 49 Closed-up view of the middle part of the Ymp Tephra Bed at Ochimizu (Photo 48) in the Nishiyama Oil Field. Climbing-ripple lamination is noticed from right to left (south to north).



Photo 50 Components of the Ymp Tephra at Ochimizu (Photo 48) in the Nishiyama Oil Field.



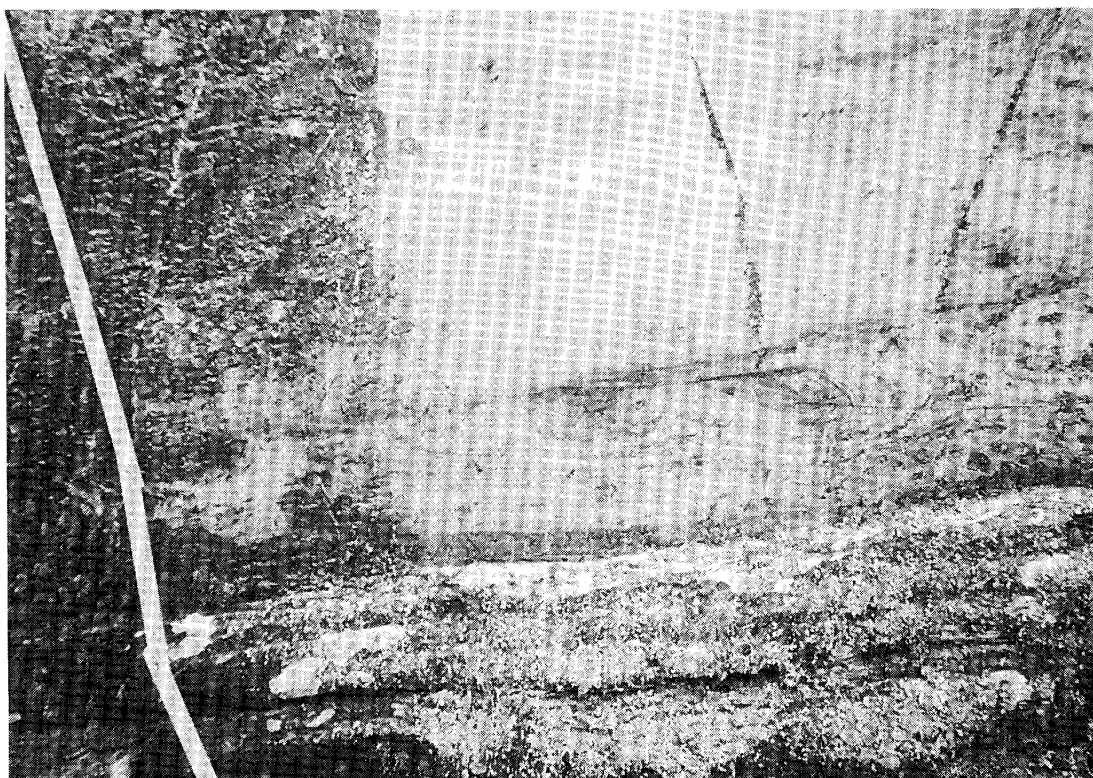


Photo 51 Closed-up view of the lower part of the An112 Tephra Bed at Shikomagawa (Photo 47). Convolute to water-escaped structure is noticed in the basal 15cm.

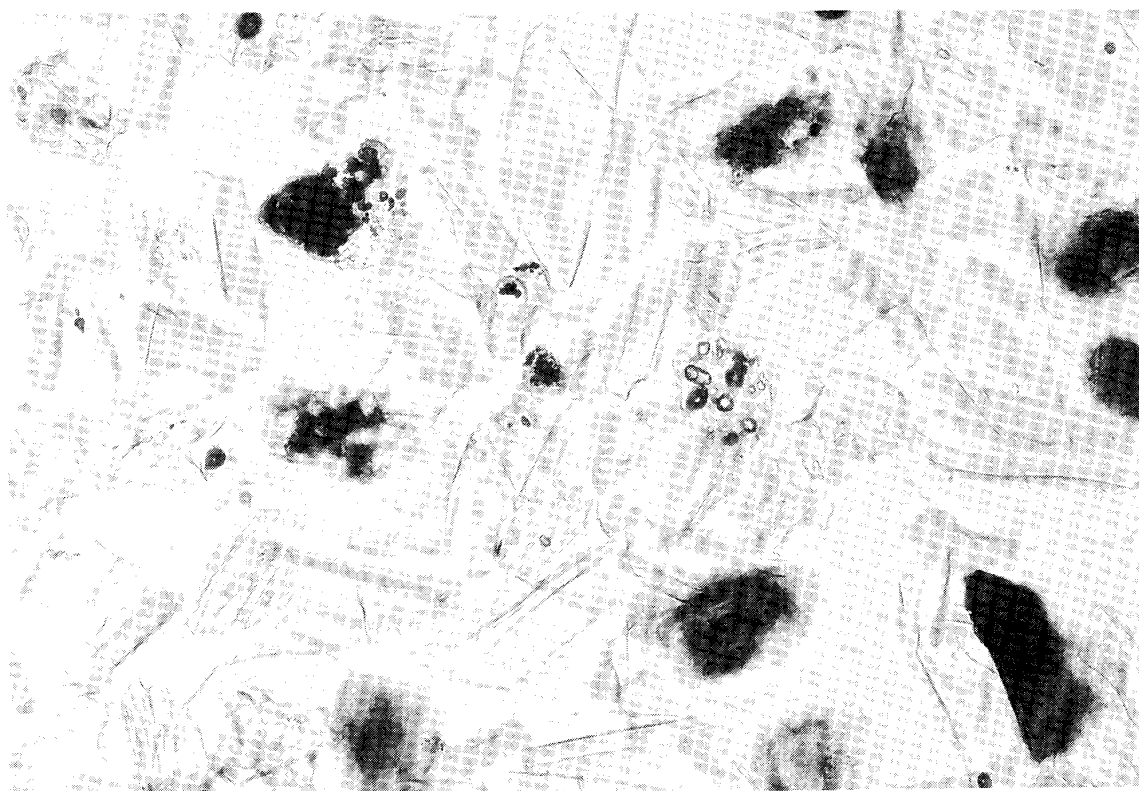


Photo 52 Components of the An112 Tephra at Shikomagawa (Photo 47) in the Boso Peninsula.

(Photo 48)。その中部にはクライミングリップラミナも認められる (Photo 49)。

安野層中の An112 テフラ層は富津市岩本の志駒川ルートにおいて、An85 テフラ層のおおよそ 100m 上位に見出される。また同ルートにおいて、An130 テフラ層 (Photo 45) は An112 テフラ層の約 50m 上位に見出される。An112 テフラ層は白色細粒砂サイズないしシルトサイズのガラス質テフラ層で、全層厚 110cm (Photo 47)。下部 80cm は細粒砂ないし極細粒砂サイズで、その基底の 15cm にはコンボリュートラミナないし水抜け構造が発達する (Photo 51)。上部の 30cm はシルトサイズで、平行ラミナが発達する。これらの産状から、An112 テフラ層も重力流による堆積物であると考えられる。An130 テフラ層は全層厚約 1 m。極細粒砂ないしシルトサイズで単層厚 10cm 程度のユニットが重なっている。

【記載岩石学的特徴】新潟地域の Ymp テフラはガラス質で、95% 程度のガラスを含み、ほかに 3% 程度の斜長石と 2% 程度の有色鉱物を含む。ガラスの形状は偏平型と中間型ガラスが多く、少量の多孔質型が混入している (Photo 50)。有色鉱物は黒雲母が圧倒的に多く、ほかに少量のホルンブレンド、斜方輝石、単斜輝石、ジルコンなどを含む。

安野層の An112 テフラはガラス質であるが、3% 程度の斜長石、2% 程度の有色鉱物のほか、10% 程度の異質碎屑物を含む。ガラスの形状は偏平型と中間型ガラスが多く、少量の多孔質型が混入している (Photo 52)。少量の褐色ガラスを含む。有色鉱物は黒雲母が多いが、ほかに少量の斜方輝石、単斜輝石、ホルンブレンドなどを含む。An130 はガラス質で、3% 程度の斜長石と 2% 程度の有色鉱物を含む。ガラスの形状は偏平型と多孔質型が多い (Photo 46)。有色鉱物は黒雲母が圧倒的に多く、ほかに少量の斜方輝石と単斜輝石を含む。以上の記載岩石学的特徴は、特にガラスの形状において Ymp と An112 は類似し、An130 は多孔質型ガラスが多いなど、これらとはやや異なっている。

【火山ガラスの化学組成】新潟地域の Ymp および房総地域の An112 および An130 テフラの火山ガラスの EPMA 分析結果を Fig. 15 に示した。これら 3 層のテフラの火山ガラスは類似した組成を示す。しかし、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  量において、An130 は Ymp や An112 よりもやや低い値を示す。

【対比】記載岩石学的特徴において、An112 テフラと Ymp テフラとは類似した特徴を示す。An130 もこれらに類似するが、ガラスの形状において、多孔質型ガラスが多いことや、ガラスの組成において Ymp とはやや異なることから Ymp とや An130 は対比されない。

An112 と Ymp テフラ層は火山ガラスの形状も類似し、またその組成もほぼ同一の組成領域を占める。ただし An112 テフラ層は Ymp テフラ層よりも斜方輝石や褐色ガラスが多いが、これは堆積過程における異質粒子の混入と考えることもできる。

以上の検討から、新潟地域の Ymp テフラ層と安野層の An112 テフラ層は対比される可能性が高いと考えられる。両テフラ層は既に対比されている Znp テフラ層と An85 テフラ層のそれぞれ約 120m および約 100m 上位に見出され、層準的にも問題はない。

房総半島における安野層層準の古地磁気層序について、新妻 (1976) は清澄層中部から安野層上部までの逆磁極方向が卓越する BS-F 逆磁極帯と安野層最上部の安定した正磁極方向をもつ BS-E 正磁極帯を認定している。そしてこの BS-E 正磁極帯を第 3 正磁極節 (ガウス・クロン) に対比していることから、BS-F 逆磁極帯と BS-E 正磁極帯の境界がギルバートーガウス境界 (3.58Ma) に相当することになる。新妻 (1976) はその層準を富津市神徳の湊川ルートにおいて Hmg テフラ層の 42m 下位としている。Hmg テフラ層は An137 テフラ層に相当するが (千葉県立中央博物館, 1995)、その 42m 下位の層準は An112 テフラ層の 35m 程度上位に相当することになる。この古地磁気層序と An112 との対比を前提とすると、Ymp テフラ層の年代は 3.7Ma 前後と推測される。この結果は、氷見層群における上記の検討結果とも調和的である。



## ま と め

1. 中央日本において、鮮新世の重要な広域テフラ層の一つである新潟地域の Arg-2 テフラ層と、これまでその層準が未確定であった Nwg テフラ層との層位関係を検討した。その結果、Nwg-2 と Arg-1 とは同一のテフラ層であることが明らかとなった。したがって、Nwg と Arg とは極近接した層準にあつて、下位より Nwg-1, Nwg2 = Arg-1, Arg-2 の順となる。
2. 下田村の曲谷地域の皆川層最下部から Arg-2 テフラ層に対比される吹谷橋ガラス質テフラ層 (Mfsg) を見出した。また出雲崎町住吉の住吉ガラス質テフラ層 (Syg) が Arg-2 に対比されることを明らかにした。Arg-2 の認定は西山油帯ではこれが最初である。
3. 西山油帯山田ルートを模式とする明ヶ谷ガラス質テフラ層 (Mot) を下田村地域、東山丘陵北部、柿崎町万蔵川ルートで認定し、有効な示標テフラ層であることを明らかにした。
4. 中央日本において、鮮新世の重要な広域テフラ層の一つである新潟地域の Tsp テフラ層の更なる対比を検討した。その結果、Tsp テフラ層は北方へ、新津丘陵まで分布が確認された。
5. さらに魚沼丘陵北部の和南津パミス質テフラ層 (Wzp) も Tsp に対比されることを明らかにした。この結果、Tsp 相当テフラ層は魚沼丘陵のほぼ全域に分布していることが明らかになった。
6. 今回、Tsp の対比の検討にあたって、火山ガラスの組成に加えて、黒雲母、ホルンブレンド、斜方輝石の化学組成を一部検討した。その結果、Tsp の黒雲母は Mg# 値が  $Mg\# = 31-35$  程度、斜方輝石が  $Mg\# = 32-45$  程度といずれも低い特徴を示すことが明らかになった。
7. 富山県水見層群の YT テフラ層と新潟地域のテフラ層との対比を検討した。その結果、YT1 テフラ層は新潟地域の Ojw-2 テフラ層に、YT2 テフラ層は Ocg (Ojw-3) テフラ層に対比されるものと考えられる。また YT4 テフラ層は新潟地域の Thw-3 テフラ層に対比される。またこの対比により、YT3 テフラ層と新潟地域の Nym テフラ層との対比がより一層確実なものとなった。
8. 新潟地域の Ymp テフラ層と房総半島安野層の An112 テフラ層とは、その層準、火山ガラスの形状などの記載岩石学的特徴、および火山ガラスの化学組成領域の一致から、対比されると考えられる。この対比と古地磁気層序の検討結果を参照すると Ymp テフラ層の年代は 3.7Ma 前後と想定される。

## 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 (2004) 柿崎町周辺地域における中新世後期から鮮新世に堆積した火山灰層の記載と対比。柿崎町の歴史 (町史研究), 第3集, 100-122, 新潟県柿崎町柿崎町史編さん委員会。
- 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。地質学雑誌, 105巻, 7号, 473-479。
- 千葉県中央博物館 (1995) 地学資料 三浦層群上部鍵層集 I (1994年版)。1-77。
- 樋口裕也・黒川勝己 (2003a) 新津丘陵地域の平層から Tsp テフラ層の発見。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), 289-294。
- 樋口裕也・黒川勝己 (2003b) 水見層群の YT4 テフラ層と西山層の Thw-3 テフラ層との対比。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), 295-299。
- 樋口裕也・黒川勝己 (2003c) 新潟地域の鮮新世後期テフラ層 Nwg と Arg テフラ層の層位関係。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), 301-307。
- 樋口裕也・黒川勝己 (2003d) 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。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。
- 樋口裕也・坂井 一・黒川勝己(2001) 新潟県下田村地域の鮮新統から Tsp, Ktw および Ykp 火山灰層の発見。地球科学, 55巻, 5号, 307-312。
- 伊藤康人・渡辺真人(1997) 富山県氷見地域に分布する新第三系の古地磁気層序。地質調査所月報, 48巻, 339-346。
- 風岡 修・立石雅昭・小林巖雄(1986) 新潟県魚沼地域の魚沼層群の層序と層相。地質学雑誌, 92巻, 12号, 829-853。
- 菊池かおる・黒川勝己・丸山直子・落合浩代・小林巖雄(1984) 新潟油田地域, 灰爪層・西山層と魚沼層群の火山灰層による対比。地質学雑誌, 90巻, 2号, 101-115。
- 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(1999a) 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(1999b) 水底堆積火山灰層の研究法—野外観察から環境史の復元まで—。地学双書30, 1-147, 地学団体研究会。
- 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2号, 99-157。
- Kurokawa, K., Higuchi, Y. and Hiranaka, H. (2004) Correlation of the late Pliocene Tzw-Smg-Tnkg-Jic Tephra Beds in the Niigata region, northeast Japan. Mem. Fac. Educ. & Human Sci. (Natural Sci.), Niigata Univ., vol.6, no.2, 121-134.
- 黒川勝己・池端淳佳・平中宏典(2003) 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。新潟大教育人間紀要(自然科学編), 6巻1号, 1-41。
- 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・金子顕(1992) 新潟地域における上岡凝灰岩および板山凝灰岩の対比について—上越地域から下越地域まで海底を流走した火山灰の検証。新潟大理地鉱研究報告, 第7号, 57-72。
- 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・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2号, 97-148。
- 黒川勝己・庭山かおる・寺井直子(1989) テフラ鍵層からみた新潟県西山油帯南部の鮮新世堆積作用。新潟大教育紀要(自然科学編), 31巻1号, 15-42。
- 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. (Natural Sci.), Niigata Univ., vol.6, no.2, 107-120.
- 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。
- 黒川勝己・坂井 一・樋渡晴美・大橋理香・樋口裕也(2002) 新津丘陵中央部(五泉市門前)～加茂市東部の平層と皆川層の火山灰層とその対比—とくに房総半島黄和田層のテフラ鍵層 Kd18 および Kd8 との対比について—。新潟大教育人間紀要(自然科学編), 4巻2号, 65-125。
- Kurokawa, K., Sakai, H., Noguchi, N. and Higuchi, Y. (2002) Tephra marker beds and their correlation in the Higashiyama Hills, east of Nagaoka City (Part 2): 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。
- Kurokawa, K. and Tomita, Y. (1998) The Znp-Ohta Ash; an early Pliocene widespread subaqueous tephra deposit in central Japan. Jour. Geol. Soc. Japan, vol.104, no.8, 558-561.
- Kurokawa, K. and Tomita, Y. (2000) The UN-MD2 Ash: an late Pliocene widespread tephra deposit in central Japan. Earth Sci. (Chikyū Kagaku), vol.54, no.5, 337-341.
- 黒川勝己・富田裕子・青木豊樹・沢栗隆之・丸山悦子 (1999) 新潟県出雲崎町常楽寺ルートにおける西山層の火山灰層—とくにJjjおよびSig火山灰層の対比について—。新潟大教育人間紀要 (自然科学編), 1巻2号, 63-101。
- 黒川勝己・富田裕子・金子 顕 (1998) 新潟地域の板山-Nym火山灰層, 氷見層群のYT3火山灰層および東海層群の佐布里火山灰層の対比: 中央日本における鮮新世の広域火山灰層の検出。地球科学, 52巻, 4号, 292-300。
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラス [日本列島とその周辺]。1-336, 東京大学出版会。
- 三浦光代・黒川勝己 (1995) 小千谷市野辺川ルートにおける珪長質火山灰鍵層とその対比—新潟地域における広域対比の検討—。地球科学, 49巻, 1号, 45-60。
- 新妻信明 (1976) 房総半島における古地磁気層序。地質学雑誌, 82巻, 35号, 163-181。
- 大久保 弘・佐藤時幸・渡辺真人 (2000) 富山県北西部の鮮新—更新統, 藪田層と十二町層の火山灰層による対比と十二町層下部の珪藻・石灰質ナノ化石層序。地質学雑誌, 106巻, 583-596。
- 坂井 一・黒川勝己 (2002) 新潟地域のSK110, SK100火山灰層と房総半島黄和田層のKd25, Kd24火山灰層の対比。地球科学, 56巻, 4号, 217-230。
- 里口保文 (2003) 三浦層群安野層と東海層群常滑層の火山灰対比からみた鮮新統広域層序とその年代。日本地質学会第110年学術大会講演要旨, 85。
- 沢栗美香子・黒川勝己 (1986) 水底堆積テフラからみた鮮新・更新世火山活動の変遷—新潟県堆積盆小国町地域の例—。地球科学, 40巻, 3号, 177-191。
- 正田浩司・菊地隆男・鈴木毅彦・竹越 智・関東平野西縁丘陵団体研究グループ (2001) 東京都青梅市の多摩川河床に分布する火山灰層と広域対比の可能性。日本地質学会第108年年会講演要旨, 57。
- 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 (2004) 北陸層群のテフロクロロジー—テフラ層序および広域テフラ層との対比に基づく北陸層群の堆積年代—。地質学雑誌, 110巻, 7号, 417-436。
- 田村糸子・山崎晴雄・水野清秀 (2003) 中央日本における4 Ma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, 84。
- 富田裕子・黒川勝己 (1999) 中央日本における2.7Ma頃の広域火山灰層; 土生滝I (大阪層群)—MT2 (氷見層群)—Arg-2 (西山層) 火山灰層の対比。地質学雑誌, 105巻1号, 63-71。
- 渡辺 勇・大野隆一郎・仙田幸造・徳間正一 (2003) 米山と周りの丘陵の地質。柿崎町史 (自然・民俗編第1章地形・地質), 20-43, 新潟県柿崎町柿崎町史編さん委員会。
- 渡辺真人 (1990) 富山県氷見・灘浦地域の新第三系の層序—とくに姿累層とその上位層との間の時間間隙について—。地質学雑誌, 96巻11号, 915-936。
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998) Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. Jour. Geol. Soc. Japan, vol.104, no.6, 395-414.
- 柳沢幸夫・茅原一也・鈴木尉元・植村 武・小玉喜三郎・加藤碩一 (1985) 十日町地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 1-104, 地質調査所。
- 柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・立石雅昭・茅原一也・加藤碩一 (1986) 小千谷地域の地質。地域地質研究

報告（5万分の1地質図幅），1-177，地質調査所。

柳沢幸夫・須藤 斎（2002）新潟県中部下田地域の上部中新統一鮮新統の珪藻化石層序と年代層序。石油技術協会誌，67巻4号，359-368。

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。

米山団体研究グループ（1973）新潟県米山地域における新第三系。地球科学，27巻，1号，1-18。