地質学雑誌　第108巻　第11号　761-764ページ，2002年11月
Jour. Geol. Soc. Japan, Vol. 108, No. 11, p. 761-764, November 2002

秋田県男鹿半島の北浦層に挟在するKm3テフラ層と大峰-SK110テフラとの対比

Correlation of the Km3 tephra layer from the Kitaura Formation, Oga Peninsula, Akita Prefecture, Japan, with the Om-SK110 Tephra

長橋良隆*　片岡香子**
吉川周作**　佐藤時幸***

*Yoshitaka Nagahashi**, *Kyoko Kataoka***,
*Shusaku Yoshikawa*** and *Tokiyuki Sato****

2002年6月12日受付.
2002年8月20日受理.

* 福島大学教育学部
Faculty of Education, Fukushima University, Kanayagawa, Fukushima 960-1296, Japan
** 大阪市立大学大学院理学研究科
Graduate School of Science, Osaka City University, Sugimoto, Osaka 558-8585, Japan
*** 秋田大学工学資源学部
Institute of Applied Earth Sciences, Akita University, Tagata, Akita 010-8502, Japan

Stratigraphic horizon of the Km3 tephra layer intercalated in the lower part of the Kitaura Formation, Akita Prefecture, Japan, is located above the calcareous nannofossil datum plane 11 (1.65 Ma). The Km3 tephra layer, approximately 1 m thick, is mainly composed of volcanic glass shards with minor amounts of plagioclase, quartz and biotite. On the basis of the stratigraphic position, lithofacies, petrographic characteristics and chemical composition of glass shards, the Km3 tephra layer is correlated to the Om-SK110 Tephra (1.65 Ma). By this result, it is clarified that the Km3 tephra layer was transported more than 450km away from its probable volcanic center situated in the Hida Mountain Ranges, central Honshu Island.

Key words : Km3 tephra layer, Om-SK110 Tephra, Lower Pleistocene, correlation, wide-spread tephra, calcareous nannofossil datum plane 11, Akita Prefecture

はじめに

本州中部の沿岸地域に分布する鮮新・更新統については，各地における層序学的研究の進展とともに，広域テフラと各種の生層序との対応が明らかにされている．石灰質ナンノ化石層序による鮮新・更新統境界は，石灰質ナンノ化石基準面（以下，基準面）12の直下にあるとされている（高山ほか，1995）．例えば，新潟および房総地域において，基準面12のやや下位には広域テフラである恵比須峠－福田テフラがあり，基準面11のやや上位には大峰-SK110テフラがある（吉川ほか，1996；長橋ほか，2000）．これらの広域テフラは，古飛騨山脈を給源とする大規模火砕流の噴出に伴って形成されたものであり，本州中部のみならずさらに広範囲に分布する可能性が高い（長橋，2001）．秋田県男鹿半島における基準面12は，北浦層最下部のKm4テフラ層（以下，鍵層名のあとの層は省略する）の下位にあり（佐藤ほか，1988），五城目地域における基準面12は，笹岡層最上部のYg1テフラとBm1テフラの間にある（佐藤ほか，1999；Sato et al., 2001）．本論では，男鹿半島および五城目地域（Fig. 1）における鮮新・更新統境界付近のテフラ（Fig. 2）のうちのKm3テフラが大峰-SK110テフラに対比されることを報告する．

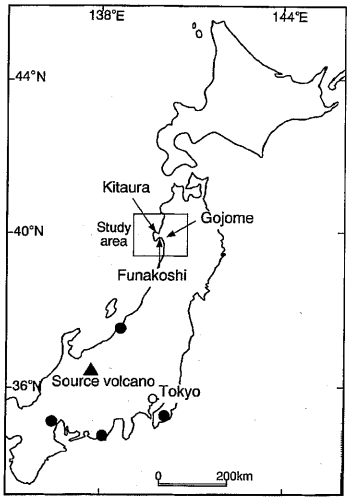

Fig. 1. Locality map of the study area, Oga Peninsula and Gojome area.
Solid triangle shows the probable source of the Om-SK110 Tephra. Solid circles show exposures of the Om-SK110 Tephra.

Km3テフラの層相および記載岩石学的特徴

鮮新・更新統北浦層は，海成の砂岩や泥岩からおもに構成され多数のテフラ鍵層が挟在する（北里，1975）．Km3テフラは北浦層最下部に挟在し，男鹿半島南岸の船越および北岸の北浦に露出する（Fig. 3）．船越のKm3テフラは，層厚約110 cmで複数の堆積ユニットから構成される（Fig. 4）．各ユニットは，構成粒子の粒度の違いや内部堆積構造の違いによって区別される．基底部の11 cmが最も粗く，中粒砂サイズの火山灰を主体とし軽石片を含む火山灰薄層を挟在する．

© The Geological Society of Japan 2002

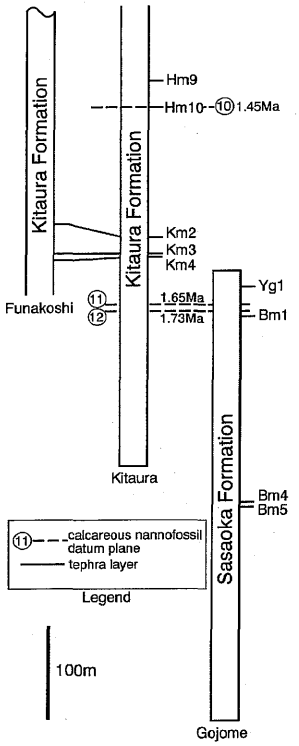

Fig. 2. Stratigraphic correlation of maker tephra layers with calcareous nannofossil datum planes.

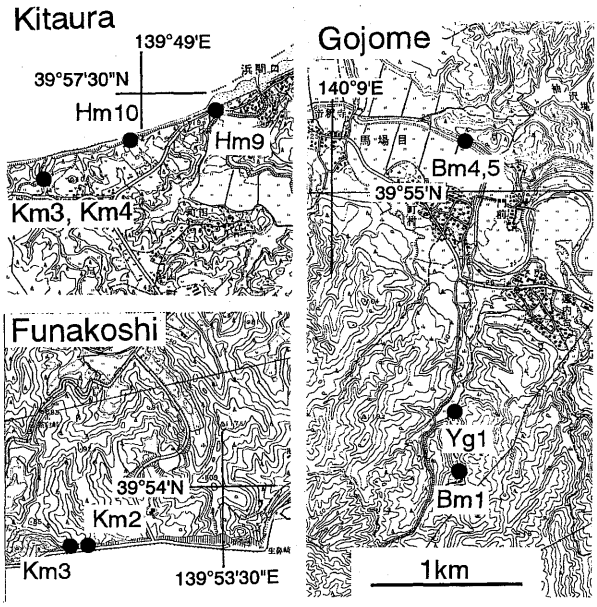

Fig. 3. Localities of the tephra layers examined in this study.
Base maps are from 1 : 25,000 scale topographic maps of "Kitaura", "Funakoshi", "Yunomata" and "Yomoginaidai" by the Geographical Survey Institute of Japan.

この基底部の上位，層厚約 30 cm 部分は，中粒砂～極細粒砂サイズの火山灰から構成され，さらにその上位の層厚約 70 cm 部分はシルトサイズの火山灰から構成されており，基底部から上方のユニットに向かって細粒化する．これらのほぼ全てのユニットにわたって平行葉理や斜交葉理が発達している．北浦の Km3 テフラは，層厚約 80 cm で，複数の堆積ユニットから構成される（Fig. 4）．基底部の 10 cm が最も粗く，粗粒～細粒砂サイズの火山灰から構成される．その上位の層厚約 35 cm 部分は，中粒砂～極細粒砂サイズの火山灰から構成されており，平行葉理や斜交葉理が発達する．さらにその上位の層厚約 40 cm 部分はシルトサイズの火山灰から構成されている．北浦の Km3 テフラは船越と同様に，大局的には上方細粒化する．Km3 テフラの記載岩石学的性質は，火山ガラスを主体とし微量の斜長石および石英と微量～少量のマフィック鉱物を含む（Table 1）．火山ガラスの形状は扁平～中間型からなる．火山ガラスの屈折率は，n＝1.499–1.501（モード値は，n＝1.500）である．マフィック鉱物は，そのほとんどが黒雲母からなり，ごくわずかに普通角閃石・ジルコン・不透明鉱物を含む（Table 1）．

Km3 テフラと大峰-SK110 テフラとの対比

大峰-SK110 テフラは，古飛騨山脈を給源とする大規模火砕流の噴出に伴って形成された co-ignimbrite ash fall であり（長橋ほか，2000），本州中部に広く分布している（Fig. 1）．大峰-SK110 テフラの堆積年代は，房総半島の上総層群や新潟県の魚沼層群における石灰質ナンノ化石層序との層序関係などから，1.65–1.60 Ma と推定されている（黒川・大橋，1998，長橋ほか，2000）．Km3 テフラは，石灰質ナンノ化石基準面 11 のやや上位にあり（佐藤ほか，1999），大峰-SK110 テフラと類似した層位的位置関係を示す．

大峰-SK110 テフラの記載岩石学的性質における特徴は，黒雲母を主体とすることであり（長橋ほか，2000），男鹿半島および五城目地域のテフラのなかで，その特徴を有するテフラは Km2 テフラと Km3 テフラのみである（Table 1）．Km 2 テフラは，多孔質型の火山ガラスからなる点が Km3 テフラとは異なる．大峰-SK110 テフラの火山ガラスは，バブル径の大きい扁平型を主体とする．Km3 テフラには扁平～中間型の火山ガラスが多く含まれており，大峰-SK110 テフラの特徴と類似し，対比される可能性が高い．そこで EPMA による火山ガラスの化学組成分析を行い，大峰-SK110 テフラとの比較を行った（Table 2）．福島大学教育学部のエネルギー分散型 EPMA を用いて，大峰-SK110 テフラの分析時と同じ条件（長橋ほか，2000）で分析を行った．その結果，Km3 テフラおよび大峰-SK110 テフラとも，SiO_2 量 78 wt.% 程度，Al_2O_3 量 12.7 wt.% 程度，FeO 量 1 wt.% 程度，CaO 量 0.8～0.9 wt.% 程度，Na_2O 量 2.7 wt.% 程度，K_2O 量 4.4 wt.% 程度であり（Table 2），非常に類似した化学組成を有しており，層序学的・記載岩石学的特徴に基づく対比を支持している．

以上述べたように，層位的位置および記載岩石学的特徴などから，Km3 テフラは大峰-SK110 テフラと対比される．この対比により，大峰-SK110 テフラは，東北本州にも分布することが明らかとなり，男鹿半島においても約 1 m の層厚があることから考えると，さらに遠方にも分布する可能性がある第一級の広域テフラと考えられる．

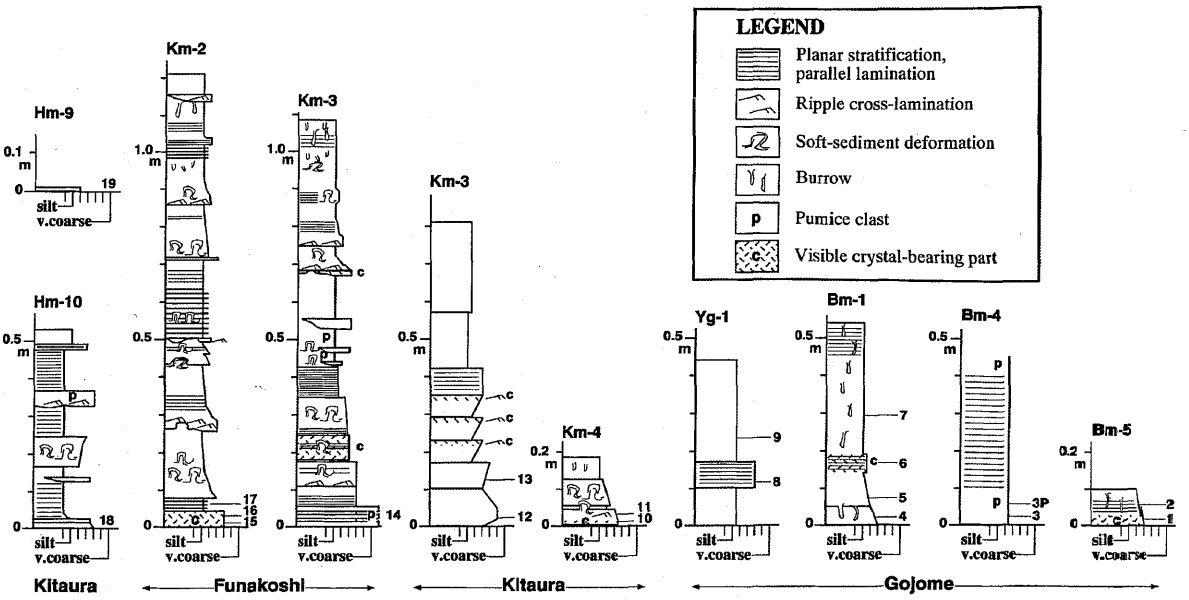

Fig. 4. Columnar sections of tephra layers.
Numbers to the right of columns show sampling horizons and sample numbers. These sample numbers correspond to Sp. No. of Table 1 and 2.

Table 1. Petrographic characteristics of the tephra layers, collected from Oga and Gojome areas.

Tephra Name	Loc.	Sp. No.	Grain assemblage						Glass	Mafic mineral assemblage										
			Gl	Pl	Qtz	Mm	Fr	Shape	Refractive Index=n (mode)	Bt	Hbl	oxHbl	Cum	Opx	Cpx	Grt	Aln	Zrn	Ap	Opq
Hm9	Kitaura	19	49	4	5	0	42	C	1.498 - 1.521 (1.5165)	+								+		
Hm10	Kitaura	18	96	1	0.5	0	2.5	H>C	1.501 - 1.502 (1.5015)	+	+			+				+	+	
Km2	Funakoshi	17	98	0	0.7	0.7	0.6	T>C	1.498 - 1.501 (1.4995)	+++	+									+
Km2	Funakoshi	16	97	0.5	0	2	0.5	T	1.499 - 1.501 (1.499)	99	0	0	0	0.3	0	0	0.3	0.4	0	0
Km2	Funakoshi	15	85	5	1.5	2	6.5	T	1.498 - 1.500 (1.499)	98	0.5	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5
Km3	Funakoshi	14	95	0	0	4	1	C	1.499 - 1.501(1.5005)	96	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Km3	Kitaura	13	97	0	1	1	1	H>C	1.499 - 1.501 (1.500)	99	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Km3	Kitaura	12	92	1	2	4	1	C>H	1.499 - 1.501 (1.500)	99	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Km4	Kitaura	11	62	20	14	0	4	T	1.503 - 1.507 (1.505)	1	1	0	0	1	0	0	0	1	29	67
Km4	Kitaura	10	14	35	20	0	31	T	1.504 - 1.507 (1.5055)									+	++	
Yg1	Gojome	9	32	4	5	1	58	H	1.500 - 1.510 (1.5035)	+	+++	+		++	++				+	++
Yg1	Gojome	8	48	3	5	1	43	H	1.499 - 1.508 (1.502)	4	30	2	0	22	20	0	0	1	0	21
Bm1	Gojome	7	95	1	0	0	4	H>C	1.499 - 1.504 (1.501)	+	++	+		++	++		+	+	+	++
Bm1	Gojome	6	71	3	2	0	24	H=C	1.499 - 1.503 (1.501)	3	43	0.3	0	15	10	0	0	1.7	4	23
Bm1	Gojome	5	97	1	0.5	0	1.5	C=H	1.501 - 1.503 (1.501)	+	++		+	++	+			+	+	++
Bm1	Gojome	4	90	1	2	0	7	H>C	1.500 - 1.503 (1.501)	2	11	+	0	38	19	0	0	2	1	27
Bm4	Gojome	3	81	3	4	0	12	H>C	1.502 - 1.507 (1.505)	2	40	0.5	0.5	1.5	0.5	0	0	1	10	44
Bm4	Gojome	3P	82	3.5	3	0.5	11	C=T	1.503 - 1.506 (1.5045)											
Bm5	Gojome	2	83	6	4	1	6	C	1.501 - 1.509 (1.5055)	14	22	0	0	20	29	0	+	1	2	12
Bm5	Gojome	1	74	10	4	2	10	C	1.500 - 1.507 (1.505)	6	29	+	1	33	21	0	0	1	2	7

'+' :present, '++' : common, '+++' : abundant, Gl : Glass shard, Pl : Plagioclase : Qtz : Quartz, Mm : Mafic minerals, Fr : Fragment, Bt : Biotite, Hbl : Hornblende, oxHbl : Oxy-hornblende, Cum : Cummingtonite, Opx : Orthopyroxene, Cpx : Clinopyroxene, Grt : Garnet, Aln : Allanite, Zrn : Zircon, Ap : Apatite, Opq : Opaque minerals

Km2 テフラおよび Km4 テフラの広域対比の可能性について

Km2 テフラは，Km3 テフラの 17 m もしくは 32 m 上位にあり（Fig. 2），火山ガラスの化学組成も含めて，Km3 テフラと類似する記載岩石学的性質を有している．このことから，Km2 テフラの給源は，Km3 テフラと同様に古飛騨山脈起源の可能性が高いと考えられるが，給源地域とその周辺の鮮新・下部更新統には，Km2 テフラに相当するテフラはいまのところ特定できない．

Km2 テフラおよび Km3 テフラのほか，秋田県の鮮新・更新統において特徴的な記載岩石学的性質を有するテフラとしては，Km4 テフラがあげられる．Km4 テフラは，Km3 テフラの 3m もしくは 7m 下位にあり（Fig. 2），ガラス質結晶火山灰からなる．火山ガラスは多孔質型を主体とすること，マフィック鉱物として不透明鉱物とりん灰石および微量の黒雲母・普通角閃石・斜方輝石・ジルコンを含み，とくにりん灰石を多く含むことが特徴である（Table 1）．また，火山ガラスの化学組成は，MgO 量が 0.3 wt.% で高 SiO_2 量（78 wt.%）を有するテフラとしては高い値を示すこと，CaO 量が 2 wt.% を超えていること，K_2O 量が 1 wt.% 未満と非常に少ないことに特徴がある（Table 2）．最近，坂井・黒川（2002）により，SK110 テフラの下位の層準に，新潟堆積盆内で広く追跡可能な津池火山灰単層（TsA）が報告された．Km3 テフラが SK110 テフラに対比されたことから，男鹿半島における

Table 2. Chemical composition of glass shards (water free 100 wt.% basis).
Total iron calculated as FeO. Chemical compositions of the Om-SK110 Tephra and Eb-Fukuda Tephra are from Nagahashi et al. (2000). In case of multiple populations on chemistry, they expressed the mean and standard deviation in their respective groups.

Tephra Name	Hm9(Sp.19)				Hm10(Sp.18)		Km2 (Sp.16)		Km3 (Sp.14)		Km3 (Sp.12)		Km4 (Sp.11)		Yg1(Sp.8)		Bm1(Sp.4)	
Oxide wt%	mean 1	s	mean 2	s	mean	s	mean	s	mean	s	mean	s	mean	s	mean	s	mean	s
SiO2	77.87	2.01	77.63	0.53	77.70	0.27	77.98	0.35	78.28	0.26	78.19	0.24	78.22	0.39	78.50	1.02	77.57	0.22
TiO2	0.26	0.12	0.11	0.08	0.10	0.08	0.05	0.06	0.13	0.08	0.08	0.07	0.19	0.10	0.19	0.18	0.10	0.09
Al2O3	12.60	0.66	12.88	0.20	12.70	0.11	12.82	0.19	12.66	0.15	12.61	0.10	13.41	0.17	12.35	0.20	12.77	0.17
FeO*	1.98	0.51	1.16	0.20	1.18	0.09	1.04	0.16	0.99	0.15	0.97	0.13	1.37	0.14	1.45	0.60	1.25	0.14
MnO	0.10	0.11	0.12	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.13	0.08	0.10	0.10	0.04	0.06
MgO	0.20	0.22	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.04	0.03	0.04	0.32	0.06	0.10	0.15	0.01	0.03
CaO	1.67	0.70	0.65	0.12	0.60	0.09	0.77	0.05	0.81	0.08	0.86	0.05	2.15	0.07	1.01	0.65	0.69	0.06
Na2O	3.19	0.77	2.88	0.17	3.09	0.17	2.74	0.17	2.64	0.14	2.62	0.12	3.29	0.14	3.11	0.70	2.90	0.23
K2O	2.01	0.40	4.51	0.43	4.43	0.27	4.32	0.23	4.31	0.17	4.42	0.23	0.78	0.11	3.03	1.12	4.54	0.36
P2O5	0.14	0.14	0.05	0.05	0.12	0.15	0.18	0.13	0.07	0.08	0.15	0.14	0.14	0.13	0.17	0.18	0.12	0.11
n=	11		4		13		14		15		13		13		13		13	

Tephra Name	Bm1(Sp.6)				Bm1(Sp.7)				Bm4 (Sp.3P)		Bm5(Sp.2)	
Oxide wt%	mean 1	s	mean 2	s	mean 1	s	mean 2	s	mean	s	mean	s
SiO2	78.99	0.80	78.12	1.00	77.37	0.38	79.38	0.44	78.90	0.30	78.25	0.21
TiO2	0.22	0.09	0.11	0.09	0.10	0.05	0.21	0.10	0.28	0.10	0.23	0.10
Al2O3	12.15	0.36	12.56	0.21	12.84	0.21	12.05	0.17	12.08	0.18	12.13	0.16
FeO*	1.67	0.27	1.36	0.17	1.10	0.30	1.42	0.12	1.66	0.13	1.25	0.24
MnO	0.08	0.09	0.08	0.07	0.08	0.08	0.06	0.06	0.11	0.07	0.05	0.06
MgO	0.13	0.07	0.01	0.02	0.00	0.01	0.09	0.08	0.20	0.06	0.06	0.08
CaO	1.40	0.09	0.69	0.27	0.72	0.13	1.24	0.26	1.75	0.15	1.09	0.24
Na2O	3.47	0.21	2.77	0.95	2.57	0.40	3.65	0.41	3.19	0.10	2.36	0.10
K2O	1.79	0.44	4.27	0.76	5.09	0.47	1.82	0.21	1.72	0.15	4.50	0.26
P2O5	0.10	0.12	0.04	0.04	0.12	0.14	0.07	0.07	0.11	0.12	0.09	0.09
n=	10		4		8		5		12		12	

Om-SK110		Eb-Fukuda	
mean	s	mean	s
77.88	0.25	76.83	0.15
0.10	0.07	0.13	0.08
12.76	0.17	13.09	0.14
0.97	0.14	1.51	0.23
0.05	0.07	0.07	0.08
0.05	0.06	0.01	0.02
0.87	0.07	0.93	0.08
2.73	0.09	2.87	0.26
4.45	0.06	4.38	0.35
0.14	0.13	0.17	0.12
10		10	

TsA テフラの層位は Km3 テフラの下位にあたる．坂井・黒川 (2002) による TsA テフラの記載岩石学的特徴は，結晶を比較的多く含むガラス質火山灰で，火山ガラスは多孔質型を主体とし，マフィック鉱物として黒雲母・普通角閃石とともにりん灰石を多く含み，微量の褐れん石を含む．Km4 テフラには褐れん石が含まれないが，りん灰石を比較的多く含む特徴は類似する．TsA テフラの火山ガラスの化学組成（坂井・黒川，2002）は，MgO 量が 0.46 wt.%（ただし総量を 100 wt.% に規格化していない値；以下同じ），CaO 量が 2.4 wt.%，K_2O 量が 1.2 wt.% であり，これらは Km4 テフラの特徴と類似する．新潟地域における TsA テフラと石灰質ナンノ化石基準面との詳細な対応が明らかでないことや，新潟地域では SK110 テフラと TsA テフラとは数 10 m 離れているのに対し，男鹿半島では Km3 テフラと Km4 テフラとは数 m しか離れていないなど，さらに検討を要する点がある．しかしながら，その他のテフラと明瞭に区別できる特徴的な記載岩石学的性質（とくに火山ガラスの化学組成）から，Km4 テフラと TsA テフラとは，相互に対比される可能性が高い．

なお，今回検討したテフラからは，男鹿半島と五城目地域とで共通するテフラは見い出されなかった．五城目地域の Bm1 テフラは，石灰質ナンノ化石基準面 12 の下位にあり，恵比須峠－福田テフラと同じ層位的位置にある．しかしながら，生物擾乱が著しく堆積時の層相が明確に読みとれないことや，火山ガラスの化学組成では K_2O 量が 4.5 wt.% 以上と高いものが見られ（Table 2），恵比須峠－福田テフラのそれと類似するものの，FeO 量や CaO 量が異なるため対比するには問題がある．Bm1 テフラと恵比須峠－福田テフラとの対比については，さらに資料を追加した上で検討する必要がある．

謝辞 本研究を行うにあたり，現地調査では，内山 高氏（山梨県環境科学研究所）と此松昌彦氏（和歌山大学教育学部）にご協力いただいた．柱状図の作成に際しては，菅原豊和氏（住友石炭鉱業株）の未公表資料を参照させていただいた．担当編集委員の入月俊明氏，査読者の黒川勝己氏（新潟大学教育人間科学部）と木村純一氏（島根大学総合理工学部）には，本校を改善するうえで有益な指摘をいただいた．ここに記して感謝する．

文 献

北里 洋，1975，男鹿半島上部新生界の地質および年代．東北大地質古生物研邦報，**75**，17-49.

黒川勝己・大橋理香，1998，新潟県新津丘陵地域の更新世前期の火山灰層—とくに SK110 および SK100 火山灰層準の火山灰層について—．新潟大教育人間紀要（自然科学編），**1**，17-61.

長橋良隆，2001，第三紀・第四紀境界の広域テフラと給源火砕流堆積物との対比—研究史と今後の展望—．月刊地球，no. 23，614-618.

長橋良隆・里口保文・吉川周作，2000，本州中央部における鮮新－更新世の火砕流堆積物と広域火山灰層との対比および層位噴出年代．地質雑，**106**，51-69.

坂井 一・黒川勝己，2002，新潟県の魚沼層群と平層から発見された 1.7 Ma 頃の津池火山灰単層．地質雑，**108**，123-126.

佐藤時幸・亀尾浩司・三田 勲，1999，石灰質ナンノ化石による後期新生代地質年代の決定精度とテフラ層序．地球科学，**53**，265-274.

Sato, T., Saito, T., Takahashi, H., and Higuchi, T., 2001, Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Sasaoka and Tentokuji Formations, central Akita area, northern Japan. *Jour. Mining Coll. Akita Univ.*, Ser. A, **8**, 151-172.

佐藤時幸・高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗，1988，日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序，その 3：秋田地域および男鹿半島．石油技協誌，**53**，199-212.

高山俊昭・佐藤時幸・亀尾浩司・後藤登美子，1995，第四系石灰質ナンノ化石層序と鮮新/更新統境界の年代値．第四紀研究，**34**，157-170.

吉川周作・里口保文・長橋良隆，1996，第三紀・第四紀境界層準の広域火山灰層—福田・辻又川・Kd38 火山灰層—．地質雑，**102**，258-270.