

「みらい」のMR00-K05次航海で採取した海底コアの 第四紀後期テフラ層序

山本 浩文^{*1} 青木かおり^{*2}

「みらい」のMR00-K05航海(2000年7月)において, 本州東方沖のPC-01(北緯30度東経147度30分, 水深5,911m), PC-02(北緯40度東経146度, 水深5,177m)で2本のピストンコアを採取した。日本海溝より東側の採泥点では炭酸塩補償深度より深い水深6000m海域なので, 炭酸カルシウムを含む有孔虫などの微化石は含まれない。このため炭素同位対比を用いた年代測定はできない。これらに含まれる火山灰(テフラ)を明らかにすることにより, 採泥試料の年代を推定することができる。これらのコアに介在しているテフラについて, 火山ガラスの主成分分析を行った。その結果, PC-01には九州起源の広域テフラ(Aso-4, Ata-Th)が, PC-02には東北の十和田カルデラから供給されたテフラ(To-H, To-Of)と北海道起源の広域テフラ(Spfa-1, Kc-Sr), 及び九州起源のAso-4が分布していることがわかった。

キーワード: 北西太平洋, ピストンコア, 第4紀後期, テフラ層序

Late Quaternary tephrostratigraphy in piston cores collected during "Mirai" MR00-K05 cruise

Hirofumi YAMAMOTO^{*3} Kaori AOKI^{*4}

Two piston cores were collected at the sea area in the east of Honshu during the MR00-K05 cruise. These core contains many tephra and each tephra were characterized by mineral composition and the major elements compositions of volcanic glass shards. It indicated following: PC-01 is widely two tephra layers, Aso-4 and Ata-Th. PC-02 composed of To-H, To-Of, Spfa-1, Kc-Sr and Aso-4 tephra.

Keywords : The Northwest Pacific Ocean, piston core, tephra

*1 海洋観測研究部

*2 科学技術振興事業団 重点研究支援協力員(独立行政法人 産業技術総合研究所 深部地質環境研究センター)

*3 Ocean observation and Research Department

*4 Japan Science and Technology Corporation

1. 目的

本州東方沖のPC-01とPC-02の2本の柱状試料に介在する多くの火山灰層(テフラ層)について, EPMA(電子プロンプマイクロナライザー)を用いて火山ガラスの主元素組成を分析し, 各テフラ層の特徴づけを行い, 既知のテフラと対比されるテフラを見出して年代指標としての情報を得ることを目的とする。

2. 試料および分析方法

2.1. テフラ層の岩石学的記載と火山ガラスの主元素組成分析

テフラ層は2本のコアとともに産出する。肉眼での岩層記載からPC-01コアには19枚, PC-02コアには16枚のテフラを確認した。

介在する全てのテフラについて, 火山ガラスの形態や色,

構成鉱物を双眼実体顕微鏡下で観察し, 表1にまとめた。テフラの試料番号は図1のコア柱状図の右側に記した番号と, 表1, 2のTephra No.を対応させてある。以下テフラの記載は(PC01, 02)-(Tephra No.)とする。火山ガラスの主元素組成分析は, EPMA(JEOL社製 JXA-8900R)を使用して波長分散法(WDS)で定量分析した。測定条件は, 青木・新井(2000)が実施したものと同一条件下である。電子ビーム径10 μ m, 加速電圧15 kV, 電流10 nAとした。

PC01-No.7, 11, 15とPC02-No.4はスコリア質火山灰で, EPMAによるガラスの主元素組成分析はできなかった。PC02-No.13は実体顕微鏡下での観察の結果, 火山性碎屑物が極めて少なくIRD(氷河運搬碎屑物)の可能性が高いと考えられる。

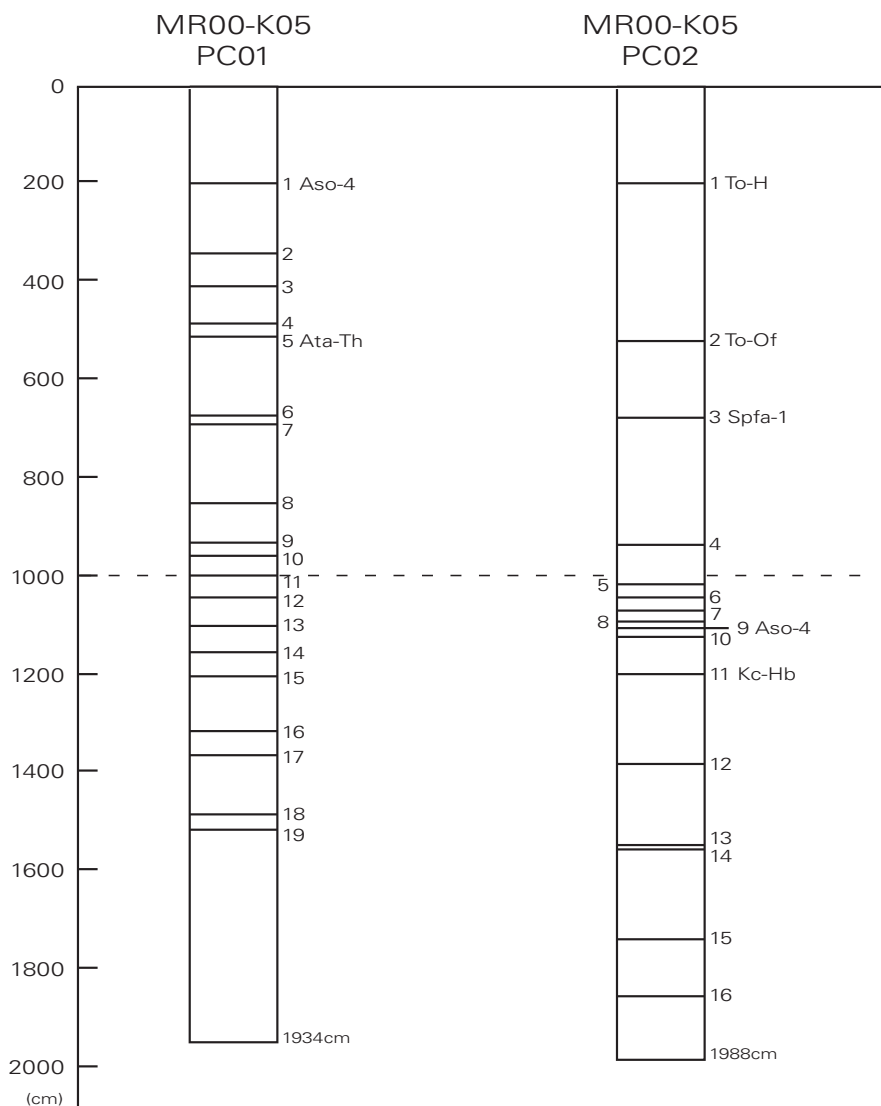


図1 MR00-K05, PC01及びPC02コアのテフラ層序

テフラの名称; To-H: 十和田八戸テフラ, To-Of: 十和田大不動テフラ, Spfa-1: 支笏第1テフラ, Aso-4: 阿蘇4テフラ, Kc-Hb: クッチャロ羽幌テフラ, Ata-Th: 阿多島浜

Fig. 1 Tephrostratigraphy of cores MR00-K05, PC01 and PC02

Tephra name; To-H: Towada-Hachinohe tephra, To-Of: Towada-Ofudo tephra, Kc-Sr: Kutcharo-Shoro tephra, Spfa-1: Shikotsu Daiichi tephra, Aso-4: Aso-4 tephra, Kc-Hb: Kutcharo-Haboro tephra, Ata-Th: Ata-Torihama tephra

表1 MR00-K05, PC01コアに介在するテフラの岩石学的特徴

Tephra No.は図1のテフラ層の番号に対応する。Mineral; opx:斜方輝石, cpx:普通輝石, ho:普通角閃石, ho:緑色角閃石, bi:黒雲母, qt:石英。Glass type (火山ガラスの形態); bw:バブルウォール型, pm:軽石型(スポンジ状), fb:軽石型(繊維状), *:色付きガラス

Table 1 Petrographic description of tephra layers in the core MR00-K05, PC01.

Tephra No.'s correspond to descriptions in Fig.1. Mineral; opx: orthopyroxene, cpx: clinopyroxene, ho: hornblende, gr-ho:green hornblende, bi: biotite, qt: quartz. Glass type mean Morphology of volcanic glass shards; bw: bubble-wall type, pm: pumice type, fb: fiber type, *: colored glass.

(1) Tephra No.	(2) Depth (cm)			(3) Heavy mineral assemblage	(4) Size Max (μ m)	(5) Glass shard type
1	215.5	–	222.5	ho, opx	250	bw, bw*
2	360.5	–	362.5	opx	125	bw, pm
3	414.5	–	417.5	opx	125	pm, fb, bw (pm*, bw*, sc)
4	483	–	490	opx, cpx	250	bw, pm, (bw*)
5	535	–	543	opx, ho, bi	250	bw, (fb, pm)
6	682	–	688	bi, opx, ho	125	pm, bw
7	704	–		(opx)	–125	pm, bw
8	827	–	829	opx	–125	pm*, pm, (sc)
9	924.5	–	925.5	opx, gr-ho	250	bw, pm, (bw*)
10	960.5	–	964.5	(opx, ho)	–250	pm, bw
11	1002.5	–	1004.5	opx, ho	250	pm*, pm, (sc)
12	1057.5	–	1058.5	opx	250	bw, pm
13	1124	–	1132	opx, ho	250	bw, pm
14	1185.5	–	1186.5	bi, ho, opx	125	pm, bw
15	1209.5	–		opx, (cpx)	–125	pm, sc, bw
16	1337.5	–	1343.5	opx, cpx	250	pm, fb, bw(Y)
17	1386.5	–	1397	(opx)	125	pm, fb, bw(Y)
18	1498.5	–	1510.5	(opx, ho)	–250	pm, fb, (bw(Y)*)
19	1533.5	–	1542	(opx)	125	bw, pm

表2 MR00-K05, PC02コアに介在するテフラの岩石学的特徴

Table 2 Petrographic description of tephra layers in the core MR00-K05, PC02

(1) Tephra No.	(2) Depth (cm)			(3) Heavy mineral assemblage	(4) Size Max (μ m)	(5) Glass shard type
1	219.0	–	223.0	opx, cpx, ho	2mm	pm, bw(Y)*, bw
2	535.0	–	546.0	(opx)	250	pm, fb, bw, (bw(Y)*, pm*)
3	647.5	–	674.5	(opx, cpx, ho)	250	pm, fb, bw
4	968.0			–	63	(bw) very rare and small
5	1012.5	–	1020.5	opx, ho	125	pm, (bw)
6	1057.5	–	1064.5	opx, ho, mt	250	pm, fb, (bw*)
7	1100.5	–	1103.5	opx, mt	–250	pm, fb
8	1132.5	–	1135.5	opx	500–1000	pm, fb, (fb*, bw(Y)*)
9	1148.5	–	1154.5	ho, opx	250	bw, bw*, pm
10	1168.5	–	1172.5	opx,	250	pm, fb
11	1237.0	–	1238.0	opx, cpx	250	bw, pm, (bw*)
12	1406.0			opx, cpx, mt	3mm	pm, pm*, bw, pumice
13	1583.0			–	1mm	–
14	1594.5	–	1595.5	opx, cpx	1000	pm, bw, (bw(Y)*)
15	1747.5	–	1752.5	opx, cpx, gr-ho	250; 2cm	pm, bw; pumice
16	1867.0	–	1868.0	opx, (cpx)	125	pm, pm*, sc

3. PC-01,とPC-02の柱状試料に介在する指標テフラ

以下、火山ガラスの主元素組成をもとに、各コアで同定されたテフラについて記述する。

3.1. PC-01

MR00-K05, PC-01コアでは九州起源の広域テフラAso-4と阿多鳥浜テフラ(Ata-Th)の2枚を同定した。

Aso-4=PC01-No.1(深度215.5~222.5cm)

ガラス質火山灰で、火山ガラスの形態はバブルウォール型が卓越し、淡褐色に色付いたガラスもわずかに観察される。重鉍物は角閃石と斜方輝石を観察した(表1)。火山ガラスの主成分はデイサイト質で、アルカリ含量(K_2O+Na_2O)と Al_2O_3 が高い(表3)。

このような特徴は阿蘇カルデラ起源のテフラに共通してみられる。阿蘇カルデラ起源の広域テフラとしてAso-3とAso-1が知られているが、火山ガラスの主元素組成はともにAso-4より苦鉄質で、それぞれのテフラを判別することが可能である(白井ほか, 1997)。故に、火山ガラスの主成分の特徴からAso-4に対比される。

Ata-Th (阿多鳥浜テフラ)=PC01-No.5(深度535~543cm)

ガラス質火山灰で、火山ガラスの形態はバブルウォール型が卓越するが、繊維状、軽石状に発砲したガラスもわずかに観察される。重鉍物は極めて少なく、斜方輝石と角閃石のほかになんか黒雲母が見られる。火山ガラスの主元素組成は流紋岩質で(表3)、苦鉄質成分が少ない。

このような特徴は既知のテフラの中では九州起源の広域テフラ始良Tnテフラ(AT)と阿多鳥浜テフラ(Ata-Th)に見られる。本テフラ層はAso-4の下位であることからAta-Thに対比される。

3.2. PC-02

MR00-K05, PC-02コアでは九州起源の広域テフラであるAso-4と北海道起源の広域テフラである支笏第1テフラ(Spfa-1)と屈斜路羽幌テフラ(Kc-Hb)を同定した。また、東北地方の十和田カルデラを給源とするテフラを2枚同定した。

A. 広域テフラ

Spfa-1(支笏第1テフラ)=PC02-No.4(深度647.5~674.5cm)

火山ガラスの形態は全体的に軽石型がバブルウォール型よりも卓越する。重鉍物は斜方輝石、普通輝石、角閃石が含まれている(表2)。火山ガラスの化学組成は流紋岩質で苦鉄質な成分が極めて乏しく、 TiO_2 が0.13~0.16%、 MgO が0.13~0.15%である(表4)。

本テフラ層は火山ガラスの主元素組成の特徴から、北海道起源の広域テフラである支笏第1テフラ(Spfa-1)に対比される。

Aso-4(阿蘇4)=PC02-No.9(深度1148.5~1154.5cm)

ガラス質火山灰で、火山ガラスの形態はバブルウォール型が卓越し、淡褐色に色付いたガラスもわずかに観察される。重鉍物は角閃石と斜方輝石が観察される(表2)。火山ガラスの主成分はデイサイト質で、アルカリ含量(K_2O+Na_2O)と Al_2O_3 が高い(表4)。

PC01-No.1と同様に、火山ガラスの主元素組成の特徴から本テフラ層はAso-4に対比される。

Kc-Hb(屈斜路羽幌テフラ)=PC02-No.11(1237~1238cm)

ガラス質火山灰で、火山ガラスの形態はバブルウォール型と軽石型(スポンジ状)からなり、淡褐色に色付いたガラスもわずかに観察される。重鉍物は斜方輝石と普通輝石が観察される(表2)。火山ガラスの主成分は流紋岩質である。(表3)。

火山ガラスの主元素組成の特徴から屈斜路カルデラ起源の火砕流に対比される可能性が高い。Aso-4に対比されるPC02-No.9の下位であること、給源から遠いことから広域テフラとして認識されている屈斜路羽幌テフラに対比されると考えられる。

B. 十和田カルデラ起源テフラ

To-H(十和田八戸テフラ)=PC02-No.1(深度219~223cm)

2mm程度の軽石粒が混じる粗粒火山灰である。火山ガラスの形態は軽石型とバブルウォール型からなり、淡褐色に色付いた火山ガラスも多い。重鉍物は斜方輝石、普通輝石、角閃石が観察される(表2)。火山ガラスの主元素組成は、デイサイト質で TiO_2 の値が高く K_2O が低いという特徴をもつ(表4)。

火山ガラスの特徴から、十和田カルデラ起源のテフラと考えられる。また、Spfa-1より上位に介在することから、対比されるテフラの候補はTo-a(十和田aテフラ)、To-H(十和田八戸テフラ)、To-Of(十和田大不動テフラ)の3枚のテフラであるが、本テフラ層は重鉍物に角閃石が観察されることから、角閃石を含むTo-Hに対比される。

To-Of(十和田大不動テフラ)=PC02-No.2(深度535~546cm)

細粒ガラス質火山灰である。火山ガラスの形態は軽石型(スポンジ状・繊維状)とバブルウォール型からなり、淡褐色に色付いて見えるガラスも観察される。重鉍物は斜方輝石と普通輝石が見られる(表2)。火山ガラスの主元素組成は、上記のPC02-No.1と極めてよく似る(表4)。

本テフラは上記のテフラと同様に十和田カルデラ起源のテフラと考えられる。角閃石を含む十和田八戸テフラが上位に存在する(PC02-No.1)ことから、To-Ofに対比される。

表3 MR00-K05, PC01コアに介在するテフラの火山ガラスの主元素組成

Table 3 Glass shard major element composition of tephra in the core MR00-K05, PC01

No.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	n	Total**
1	72.00	0.43	15.01	1.52	0.10	0.37	1.16	4.38	5.03	20	99.42
	0.62	0.05	0.32	0.10	0.04	0.07	0.21	0.14	0.19		1.23
2	78.56	0.24	12.55	1.40	0.07	0.32	2.04	3.46	1.34	18	95.52
	0.65	0.04	0.20	0.13	0.05	0.05	0.08	0.73	0.06		1.76
3(1)	72.46	0.57	14.30	2.61	0.11	0.72	2.59	4.04	2.59	12	97.95
	0.62	0.05	0.21	0.17	0.04	0.08	0.20	0.21	0.11		1.34
3(2)	78.05	0.19	12.55	1.15	0.09	0.21	1.41	2.99	3.36	3	93.22
	0.08	0.04	0.52	0.15	0.08	0.08	0.26	0.15	0.91		0.48
4	77.16	0.31	12.78	1.35	0.06	0.29	1.43	3.81	2.80	20	97.25
	0.81	0.05	0.36	0.17	0.03	0.06	0.23	0.18	0.22		1.95
5	78.30	0.14	12.63	0.91	0.06	0.17	1.19	3.41	3.20	20	95.68
	0.39	0.03	0.20	0.07	0.04	0.02	0.04	0.12	0.16		0.96
6	77.64	0.11	12.26	0.87	0.04	0.07	0.79	2.79	5.42	16	96.48
	0.24	0.04	0.13	0.09	0.04	0.02	0.04	0.09	0.18		0.93
8	70.82	0.70	14.17	4.08	0.17	1.19	3.73	3.99	1.17	17	97.98
	1.96	0.09	1.39	1.08	0.07	1.16	0.85	0.32	0.19		1.63
9	78.01	0.22	12.71	1.92	0.10	0.20	1.37	4.05	1.42	20	95.12
	0.32	0.04	0.18	0.09	0.03	0.02	0.08	0.20	0.08		1.06
10	78.74	0.19	12.30	0.88	0.05	0.19	1.07	3.42	3.16	20	95.76
	0.21	0.04	0.09	0.05	0.03	0.03	0.04	0.10	0.13		0.69
12	78.59	0.18	12.48	0.89	0.07	0.20	1.18	3.39	3.02	20	95.59
	0.21	0.03	0.10	0.06	0.04	0.02	0.05	0.13	0.11		0.85
13	78.58	0.20	12.19	0.95	0.05	0.17	1.06	3.43	3.38	20	96.13
	0.26	0.04	0.14	0.08	0.03	0.02	0.05	0.09	0.16		0.64
14	76.26	0.22	13.28	1.18	0.10	0.27	1.15	3.58	3.97	20	95.21
	2.83	0.16	0.64	1.45	0.05	0.38	1.00	0.13	0.79		1.77
16	78.25	0.28	12.23	1.48	0.05	0.29	1.64	3.33	2.45	18	95.19
	0.74	0.04	0.27	0.16	0.04	0.04	0.13	0.62	0.14		1.53
17	78.78	0.21	12.14	1.30	0.05	0.21	1.26	3.67	2.39	18	95.29
	0.35	0.04	0.08	0.15	0.04	0.04	0.08	0.16	0.22		0.98
18	73.57	0.39	14.19	1.54	0.06	0.36	1.41	3.62	4.86	20	96.01
	0.39	0.05	0.19	0.10	0.04	0.04	0.10	0.09	0.14		0.84
19	78.49	0.15	12.49	0.72	0.07	0.16	0.86	3.43	3.64	20	96.01
	0.22	0.04	0.14	0.12	0.04	0.04	0.16	0.23	0.73		1.08

表4 MR00-K05, PC02コアに介在するテフラの火山ガラスの主元素組成

Table 4 Glass shard major element composition of tephra in the core MR00-K05, PC02

No.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	n	Total**
1	77.52 1.4	0.35 0.1	12.86 0.4	1.70 0.5	0.09 0.0	0.40 0.1	1.99 0.3	3.84 0.2	1.26 0.1	19	98.10 1.3
2(1) 535-540cm	76.67 1.1	0.36 0.1	13.19 0.4	1.93 0.3	0.10 0.0	0.47 0.1	2.27 0.3	3.86 0.1	1.15 0.1	17	97.75 1.4
2(2) 546cm	76.79 1.1	0.36 0.1	13.07 0.4	1.88 0.3	0.11 0.0	0.45 0.1	2.19 0.3	3.87 0.3	1.27 0.4	19	98.24 1.8
3	78.07 0.2	0.15 0.0	12.49 0.1	1.46 0.1	0.06 0.0	0.15 0.0	1.43 0.0	3.67 0.1	2.54 0.1	20	98.07 0.3
5	75.45 2.1	0.44 0.2	13.03 0.8	2.38 0.7	0.10 0.0	0.51 0.2	2.22 0.5	3.59 0.4	2.28 0.7	16	98.54 1.9
6	76.99 0.3	0.32 0.0	12.54 0.1	2.44 0.2	0.09 0.0	0.35 0.0	2.28 0.1	3.53 0.1	1.46 0.1	20	99.32 0.9
7	76.72 0.1	0.31 0.0	12.82 0.1	2.40 0.1	0.09 0.0	0.35 0.0	2.38 0.1	3.61 0.1	1.32 0.1	19	99.94 1.2
8	77.50 0.4	0.29 0.1	12.32 0.2	2.34 0.2	0.07 0.0	0.32 0.0	2.28 0.2	3.57 0.1	1.32 0.4	20	98.36 1.6
9	71.73 1.9	0.44 0.1	15.11 0.5	1.71 0.9	0.11 0.0	0.43 0.3	1.34 0.7	4.33 0.2	4.80 0.3	20	98.36 1.5
10	78.81 0.2	0.17 0.0	12.39 0.2	1.32 0.1	0.07 0.0	0.16 0.0	1.30 0.0	4.15 0.1	1.61 0.1	20	97.06 1.7
11	78.23 0.6	0.37 0.1	12.24 0.1	1.56 0.2	0.10 0.0	0.29 0.1	1.44 0.2	3.94 0.2	1.82 0.1	20	96.55 0.9
12	73.75 2.0	0.60 0.1	13.34 0.5	3.21 0.7	0.10 0.1	0.70 0.3	2.93 0.5	3.79 0.2	1.56 0.2	9	96.99 3.8
14	77.49 0.3	0.38 0.1	12.17 0.1	1.90 0.1	0.07 0.0	0.30 0.0	1.62 0.0	3.60 0.2	2.46 0.1	19	96.84 1.6
15	72.87 5.3	0.56 0.3	13.71 1.2	3.36 2.1	0.10 0.1	0.82 0.6	3.33 1.5	3.76 0.4	1.50 0.9	15	98.14 2.4
16	72.87 3.4	0.51 0.2	14.03 1.1	3.44 1.6	0.12 0.0	0.63 0.4	2.92 1.1	4.12 0.3	1.36 0.2	18	97.35 1.5

3.3. その他のテフラの対比

上記で対比されたテフラ以外のいくつかのテフラについて、火山ガラスの主成分から給源火山を推定することができる。

PC01-No.6は黒雲母に富み、斜方輝石と角閃石が観察される。火山ガラスの主元素組成のうち K_2O は5.42 wt%と多く、苦鉄質元素の割合は極めて少ない。このような特徴をもつテフラは藪1(Yb-1)、根古屋(Ng-1)、TE-5(いずれも酸素同位体比層序stage7-9期)があり、本テフラはいずれかに対比される可能性がある。

PC02-No.5, No.6, No.7の火山ガラスはいずれも良く似た主元素組成を持つ。火山ガラスは発泡の良いバミス型で、本コアの東方で採取されたMR99-K04, PC-2コアに介在するNo.6, No.7, MR99-K04, PC-3コアのNo.3と酷似する(青木ほか, 2000)。これらのテフラはいずれも北海道のクッタラカルデラ起源のテフラと考えられる。クッタラカルデラは、Aso-4以降Spfa-1が供給されるまでの間にKt-6~1までの大規模噴火を繰り返したことが北海道の陸上調査の結果から知られている。今回の分析の結果から、北緯40度、東経146度付近の親潮海域では最低3枚のクッタラ起源テフラが分布しており、これまでに酷似するテフラが見つかった地点を考慮すると北緯37°から北海道東方沖にかけて最低1枚は広域に対比が可能なテフラがあると考えられる。

3.4. Similarity coefficients

対比の可能性があるテフラについて、その類似度を簡便に示すために、火山ガラスの化学組成について、各成分の比を求めて平均値Similarity coefficients(SC; Borchardt *et al.*, 1972)を計算するという方法がある。

$$d(A,B) = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

$d(A,B) = d(B,A)$ which is the similarity coefficient for comparison between sample A and sample B and where

i = element number

n = number of elements,

$R_i = X_iA/X_iB$ if $X_i > X_iA$; otherwise X_iB/X_iA ,

X_iA = concentration of element i in sample A.

X_iB = concentration of element i in sample B.

表5は各テフラの模式試料の分析値である。PC01, PC02に介在するテフラと模式地テフラとの間でSCを計算した結果が表6である。SCの値は化学組成が似ているテフラであるほど1に近づく。

PC01-No.1とPC02-No.9と模式試料のAso-4(山梨県上野原町)の間では0.93と0.89となる。Aso-4テフラは苦鉄質成分と珪長質成分の割合に元来ばらつきがあるため、平均値の比であるSCの値は試料によって0.9前後に計算されることがある。ゆえに、同定に問題はない。

PC01-No.5と阿多島浜(Ata-Th)との間のSCは0.96と高い

値になった。

PC01-No.6と藪1(Yb-1)、根古屋(Ng-1)、TE-5中の火山ガラスの主元素組成についてSCを計算すると、Yb-1との間で0.95、TE-5との間で0.92となった。本テフラはYb-1かTE-5のいずれかに対比される可能性がある。

PC02-No.1とPC02-No.2(1), No.2(2)は十和田八戸と十和田大不動テフラの火山ガラスの主元素組成に似るが、この2枚のテフラは互いによく似ているため、それぞれのSCの値はすべて0.88-0.96となった。このことから、両テフラが十和田カルデラ起源であることが確認できる。この2枚のテフラを識別する決定的な要素は、先に説明したとおり、重鉱物の角閃石の有無である。

PC02-No.3と支笏第1テフラ(Spfa-1, Spfl)との間のSCは0.94及び0.95、PC02-No.11と屈斜路羽幌テフラ(Kc-Hb)との間のSCは0.92と高い値となった。同定されたテフラ層序については、図1の柱状図にまとめた。

4. 指標テフラの年代

指標テフラのうち ^{14}C 年代法で測定された十和田八戸、十和田大不動、支笏第1テフラの噴出年代についての情報をまとめると表7ようになる(青木・新井, 2000)。また、青木・新井(2000)で三陸沖海底コアKH94-3, LM-8の酸素同位体比層序から推定した各テフラの噴出年代は十和田八戸テフラが14.9-15.3ka, 十和田大不動テフラが29-29.6ka, 支笏第1テフラが39.5-40.1kaとなっている。

Aso-4の噴出年代はこれまでにフィッシュントラック法、K-Ar法、酸素同位体比層序から推定する方法などから求められ、84-89kaとなっている(Machida, 1999)。

屈斜路羽幌テフラの噴出年代はフィッシュントラック法と、海成段丘の編年による層序から100-130kaと見積もられている(Machida, 1999)。

5. 今後の課題

- ・本稿では火山ガラスの主元素組成と、テフラを構成するの鉱物の種類に基づいてテフラを同定した。しかしながら、確実な対比のためにはさらに多面的な検討を行う必要がある。今後、重鉱物の屈折率測定が必要不可欠である。
- ・北海道のクッタラカルデラ起源のテフラは、酸素同位体比区分stage 4~3にかけての親潮海域と北海道の陸上を結ぶ指標層として利用可能性が高まった。今後、クッタラ起源のテフラのうちどれにあたるかを確定する必要がある。

引用文献

- 青木かおり・新井 房夫(2000)三陸沖海底コアKH94-3, LM-8の後期更新世テフラ層序。第四紀研究, 39: 107-120.
- Borchardt, G. A., Aruscavage, P. J. and Millard, H. T. Jr. (1972) Correlation of the Bishop Ash, a Pleistocene marker bed, using instrumental neutron activation analysis. *Journal of Sedimentary Petrology*, 42: 301-306.

Machida, H. (1999) Quaternary widespread tephra catalog in and around Japan: Recent progress. 第四紀研究, 38, 194-201.

町田洋・新井房夫 (1992) 火山灰アトラス〔日本列島とその周辺〕。276p, 東京大学出版会

山縣耕太郎 (1994) 支笏及びクッタラ火山のテフロクロノロジー。地学雑誌, 103: 268-285.

(原稿受理: 2002年7月29日)

表5a-5c 模式地試料の火山ガラスの主元素組成 (東北, 北海道および遠方の火山)

Table 5a Glass shard major element composition of tephra erupted from volcanos in the Tohoku district

Tephra name	Sampling site	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	n	Total**
To-H (pfa, l)	Shingo Village Hosono	77.68	0.40	12.24	1.61	0.11	0.54	2.22	4.08	1.12	16	97.26
		0.82	0.06	0.23	0.26	0.05	0.11	0.23	0.13	0.06		2.20
(1)		78.09	0.38	12.17	1.48	0.09	0.49	2.11	4.05	1.13	12	97.20
		0.32	0.05	0.22	0.11	0.04	0.05	0.10	0.12	0.07		2.26
(2)		76.45	0.46	12.45	1.99	0.15	0.69	2.55	4.17	1.09	4	97.46
		0.55	0.03	0.09	0.13	0.08	0.10	0.18	0.15	0.05		2.33
To-H (pfl, u)	Yokosawa	77.61	0.33	12.89	1.56	0.09	0.33	1.84	3.96	1.38	34	97.39
		0.73	0.05	0.32	0.20	0.03	0.06	0.16	0.14	0.07		1.40
To-H (pfl, l)	Yokosawa	77.32	0.34	12.96	1.67	0.09	0.36	1.89	4.00	1.37	30	97.50
		1.18	0.07	0.47	0.32	0.04	0.10	0.28	0.11	0.07		1.62
To-Of (BP1) (pfa)	Ninokura Dam	77.60	0.35	12.58	1.96	0.08	0.37	2.03	3.86	1.16	13	97.31
		1.06	0.04	0.54	0.19	0.05	0.09	0.27	0.12	0.05		1.62
To-Of (pfl)	Ninokura Dam	77.82	0.36	12.45	1.88	0.08	0.33	1.87	3.97	1.25	21	98.25
		1.34	0.09	0.40	0.46	0.04	0.09	0.30	0.13	0.06		1.21

Table 5b Glass shard major element composition of tephra erupted from volcanos in the Hokkaido district

Tephra name	Sampling site	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	n	**Total
Spfl	Tomakomai	78.56	0.15	12.45	1.37	0.05	0.13	1.23	3.41	2.64	21	98.10
		0.5	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1		2.0
Spfa-1	Kamisarabetsu	77.99	0.15	12.53	1.47	0.08	0.13	1.30	3.78	2.58	23	93.03
		0.5	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1		1.4

Table 5c Glass shard major element composition of tephra erupted from distant volcanoes

Tephra name	Sampling site	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	n	**Total
AT	Tateyama-cyo	78.23	0.13	12.43	1.22	0.03	0.12	1.00	3.30	3.54	47	95.66
		0.5	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1		2.0
Aso-4	enohara-cyo	73.23	0.40	14.57	1.56	0.09	0.30	1.03	4.23	4.58	26	96.91
		0.9	0.1	0.5	0.2	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3		1.9
(1)		73.76	0.38	14.30	1.48	0.09	0.26	0.91	4.19	4.64	18	97.28
		0.4	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1		1.4
(2)		72.64	0.42	14.92	1.75	0.09	0.37	1.27	4.27	4.27	8	96.8
		0.8	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1		2.6

表6 模式テフラと対比されるテフラの間で計算されたSimilarity coefficientsの値
Table 6 Similarity coefficient between type tephra and its correlatives

		Tohoku (Towada caldera)					Hokkaido			Kyushu			Cyubu		
		To-H (pfa)	To-H(pfl, u)	To-H(pfl, l)	To-Of (BP1)	To-Of	Spfl	Spfa-1	Kc-Hb	AT	Aso-4	Ata-Th	Yb-1	Ng-1	TE-5
PC01	1	0.76	0.80	0.80	0.76	0.77	0.69	0.72	0.80	0.65	0.93	0.68	0.59	0.57	0.59
	5	0.61	0.68	0.66	0.65	0.67	0.90	0.86	0.74	0.84	0.70	0.96	0.74	0.73	0.73
	6	0.51	0.55	0.54	0.53	0.54	0.73	0.69	0.58	0.79	0.62	0.78	0.95	0.88	0.92
PC02	1	0.89	0.93	0.96	0.96	0.94	0.68	0.73	0.81	0.60	0.78	0.65	0.52	0.50	0.52
	2(1)	0.93	0.88	0.90	0.93	0.90	0.64	0.68	0.78	0.57	0.75	0.60	0.49	0.48	0.49
	2(2)	0.92	0.89	0.91	0.92	0.91	0.64	0.69	0.81	0.57	0.75	0.61	0.49	0.48	0.49
	3	0.68	0.74	0.73	0.71	0.73	0.94	0.95	0.80	0.82	0.71	0.88	0.67	0.67	0.66
	9	0.80	0.78	0.79	0.76	0.76	0.66	0.70	0.80	0.62	0.89	0.64	0.56	0.54	0.57
	11	0.84	0.91	0.89	0.85	0.88	0.74	0.79	0.92	0.66	0.85	0.69	0.55	0.54	0.55

表7 十和田八戸, 十和田大不動, 支笏第1テフラの14C年代値とその暦年代値(青木・新井, 2000)
Table 7 Eruptive age in calendrical year calibrated from Radiocarbon age of Towada-Hachinohe, Towada-Oofudo and Shikotsu Daiichi tephra (Aoki and Arai, 2000)

Tephra	Sample	Source	Radiocarbon Age	Analysis Institute	Calendar Year
Towada-Hachinohe	in,wood	Ooike <i>et al.</i> , 1977	13,770±510	(GaK)	16240±510
	in,wood	Hayakawa, 1985	13,050±320	(GaK)	15340±320
			13,120±260	(GaK)	15430±260
			13,450±320	(GaK)	15840±320
			12,630±320	(GaK)	14820±320
			12,460±520	(GaK)	14610±520
			13,190±300	(GaK)	15520±300
	in,wood	Terada <i>et al.</i> , 1994	12,660±150	(NUTA)	14860±150
			12,640±150	(NUTA)	14830±150
Towada-Oofudo	in,charcoal	Issiki <i>et al.</i> , 1965	25,700±900	(GaK)	30050±900
	in,charcoal	Ooike, 1978	25,560±1340	(GaK)	29900±1340
	in,wood	Hayakawa, 1985	30,130±2590	(GaK)	34760±2590
Shikotsu-Daiichi	in,charcoal	Sato, 1980	32,970±790	(GaK)	37660±790
	in,wood	Yanagida, 1994	42,000±1800	(I)	45000 [#]
	n.d.	Kato <i>et al.</i> , 1995	35450±1060	(NUTA)	40120±1060
			34750±560	(NUTA)	39430±560