

「みらい」MR98-03次航海及びMR99-K04次航海で採取された 海底コアの第四紀後期テフラ層序

青木かおり*¹ 山本 浩文*² 山内 守明*³

海洋地球研究船「みらい」の慣熟訓練航海(MR98-03, Leg-1; 1998年4月17日～同年5月1日)及び、研究航海(MR99-K04, Leg-1; 1999年7月23日～同年8月3日)において、三陸沖・北西太平洋で合計6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、炭素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、北西太平洋には東北地方の十和田カルデラから供給された2枚のテフラ(To-H; 十和田八戸テフラ及びTo-Of; 十和田大不動テフラ)と北海道起源の2枚の広域テフラ(Kc-Sr; クッチャロ庶路テフラ及びSpfa-1; 支笏第1テフラ)が広く分布していることがわかった。また、これまで噴出年代が近いため、To-OfとKc-Srの編年ができなかったが、MR99-K04, PC-2コアで連続した層序(To-H, To-Of, Kc-Sr, Spfa-1)として確認された。MR99-K04, PC-2コアとMR99-K04, PC-3コアは他にも東北地方の鳴子カルデラ(Nr)、中部地方の御岳(On)、北海道の屈斜路カルデラ(Kc)起源と推定される広域テフラが見つかり、今後重鉱物の屈折率や火山ガラスの微量元素分析など多面的な検討が必要である。MR98-03, PC-2コアとMR98-03, PC-3コアのテフラについては、既知のテフラとの対比を調査中である。

キーワード：北西太平洋、ピストンコア、十和田カルデラ、クッチャロ庶路テフラ、支笏第1テフラ

Late Quaternary tephrostratigraphy of marine cores collected during “Mirai” MR98-03 and MR99-K04 cruises

Kaori AOKI*⁴ Hirofumi YAMAMOTO*⁵ Moriyoshi YAMAUCHI*⁶

Six piston cores were collected during the MR98-03 training cruise and MR99-K04 researching cruise for the large research vessel "Mirai" which belongs to Japan Marine Science and Technology Center. A piston core was in the continental slope off Sanriku district, east coast of the northwest Japan, and five were in the northwest Pacific Ocean. These core contains many tephtras and each tephtra were characterized by mineral composition and the major elements compositions of volcanic glass shards. It indicated following: (1) There are widely two tephtra layers, Towada-Hachinohe and Towada-Ofudo tephtra, provided from the Towada Caldera in Tohoku district, in addition to the two widespread tephtras from Hokkaido areas, Kutcharo-Shoro and Shikotsu-Daiichi tephtra. (2) MR99-K04, PC-2 core showed standard tephrostratigraphy (To-H, To-Of, Kc-Sr, Spfa-1), so to reveal the chronology of To-Of and Kc-Sr. (3) MR99-K04, PC-2 and PC-3 cores contains some widespread tephtras presumed to be provided from the Narugo Caldera in Tohoku district, The Ontake Volcano in Cyubu district, and the Kutcharo Caldera in Hokkaido area. These are no more than preliminary correlations, so that we will examine the accuracy of these identifications by multidisciplinary studies. (4) About tephtras in MR98-03, PC-2 and PC-3 cores, there are not recognized any correlations with late Quaternary tephtra for the present.

Key Words : The Northwest Pacific Ocean, piston core, The Towada Caldera, Kutcharo- Shoro tephtra, Shikotsu-Daiichi tephtra

* 1 北海道大学大学院地球環境科学研究科

* 2 海洋観測研究部

* 3 海洋観測研究部流動研究員(甲南高等学校)

* 4 Hokkaido University, Graduate School of Environmental Earth Science

* 5 Ocean Research Department

* 6 Ocean Research Department, Visiting Researcher (Konan boys' High School)

1. はじめに

日本の第四紀テフラ研究は、これまで陸上におけるテフラ層序の記載や編年を中心に盛んに行われてきたが、海底堆積物中のテフラを対象とした研究例としては、最終間氷期以降の広域指標テフラの日本海における分布を報告した新井ほか(1981)¹⁾や、日本海・四国海盆・東シナ海・北西太平洋を扱ったFuruta *et al.*(1986)²⁾による研究報告がある。それ以来、日本周辺海域では最終間氷期以降の広域テフラの同定が進んだ³⁾⁴⁾⁵⁾。しかしながら、北西太平洋については、Furuta *et al.*(1986)²⁾で最終間氷期以降の6枚の広域指標テフラ(白頭山-苦小牧; B-Tm, 鬼界-アカホヤ; K-Ah, 鬱陵-隠岐; U-Ok, 始良-Tn; AT, 阿蘇-4; Aso-4, 鬼界-葛原; K-Tz)が同定されたが、まだ多くの未知のテフラ層が残されている。特に、東北地方や北海道の火山起源のテフラは、これまでに同定された例は極めて少ない。

今回、北西太平洋から採取されたピストン・コアに介在する多くのテフラ層について、EPMAを用いた火山ガラスの主成分分析に基づいて各テフラ層の特徴づけを行い、その結果、既知のテフラと対比されるテフラを見出した。本稿では、複数地点で対比される九州起源の広域テフラ(Aso-4)、北海道起源の広域テフラ(クッチャロ庶路テフラ、支笏第1テフラ)と東北地方起源の広域テフラ(十和田八戸テフラ、十和田大不動テフラ)の5枚のテフラを中心に報告する。テフラの名称は町田・新井(1992)⁶⁾に基づく。

2. 試料および分析方法

(1) ピストンコアの採取地点

本研究で使用した試料は、海洋科学技術センター所有の海洋地球研究船「みらい」の慣熟訓練航海(MR98-03, Leg-1; 1998年4月17日から同年5月1日)及び、研究航海(MR99-K04, Leg-1; 1999年7月23日から同年8月3日)において、三陸沖・北西太平洋で採取された合計6本のピストンコアである(図1)。各コアの採取地点における水深、コア長は表1にまとめた。図1のA~F★は表1と対応させており、各コアについては以下A~Fと略して記述する。

(2) テフラ層の岩石学的記載と火山ガラスの主成分分析

テフラ層は6本のコアすべてに見られ、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2にまとめた。テフラの試料番号は図2の各コア柱状図の右側に記した番号と、表2のTephra No.を対応させ、以下テフラの記載は(コア略記号A-F)-(Tephra No.)とする。火山ガラスの主成分組成は、北海道大学工学部全自動微小部分分析装置室のEPMA(JEOL社製 JXA-8900M)を使用して波長分散法(WDS)で測定した。測定条件は、電子ビーム径10 μ m, 加速電圧15 kV, 電流10 nAで青木・新井(2000)⁷⁾と同一条件下である。

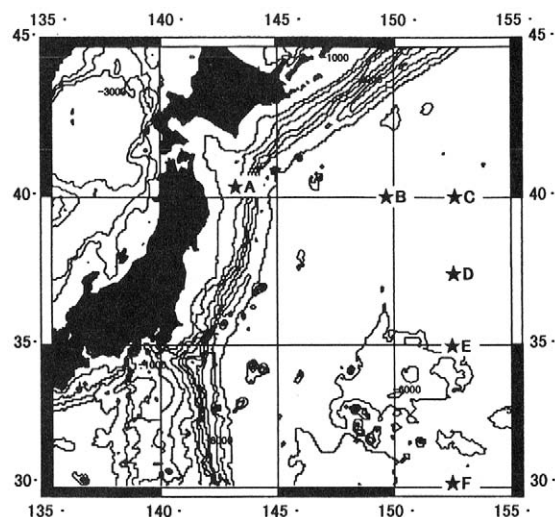


図1 「みらい」MR98-03次航海及びMR99-K04次航海における6本のピストンコアの採取地点

Fig. 1 Location of six piston cores collected during "Mirai" MR98-03 and MR99-K04 cruises

表1 「みらい」MR98-03次航海及びMR99-K04次航海で採取されたピストンコアの位置、水深、コア長

Table 1 Location, water depth and core length of six piston cores during "Mirai" MR98-03 and MR99-K04 cruises

★	Cruise	Core No.	Position		Water depth(m)	Core length(cm)
			Latitude(N)	Longitude(E)		
A	MR99-K04	PC-1	40° 33.3'	142° 55.0'	1,555	478
B	MR99-K04	PC-2	40° 05.0'	149° 51.0'	5,608	1,813
C	MR98-03	PC-1	40° 03.19'	152° 29.43'	5,567	1,175
D	MR99-K04	PC-3	37° 30.0'	152° 00.0'	5,848	1,876
E	MR98-03	PC-2	35° 00.02'	152° 30.0'	6,067	1,329
F	MR98-03	PC-3	30° 03.54'	152° 29.45'	6,078	1,561

3. 北西太平洋から採取されたピストン・コアに介在する示標テフラ

ここでは火山ガラスの主成分組成をもとに、各コア間で対比されるテフラについて(1)広域テフラの対比、(2)十和田カルデラ起源テフラの対比、(3)その他のテフラとコア間の対比についての予察、に分けて記述する。

(1) 広域テフラの対比

Kc-Sr(クッチャロ庶路テフラ)=(B-No.3, C-No.4, D-No.1)

B, C, Dの3地点で、北海道の屈斜路カルデラ起源の広域テフラであるKc-Sr(クッチャロ庶路テフラ)に対比されるテフラが見つかった(図2)。B-No.3は深度306-338 cm付近、D-No.1も深度246-247 cmにパッチ状に観察される。C-No.4は深度304.5-324.5 cmと334-340 cmの2層にわたって観察されるが、2層とも火山ガラスの主成分組成から同一のものといえる。又、C-No.4はコア採取時

表2 コアに介在する全てのテフラの岩石学的特徴と対比されるテフラ

★(A-F)は図1と, Tephra No.は図2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 2 Petrographic characteristics and identification of deep-sea tephra in six piston cores.

★(A-F) correspond to Fig.1 and Tephra No. correspond to descriptions in Fig.2. 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.

Tephra ★ No.	Depth (cm)	Thickness (cm)	Mineral	Gass type	Tephra name
A 1	55 - 56	1	opx, cpx, ho	pumice; pm, fb, bw	To-H
2	174 - 175.5	1.5	opx, cpx	pm*, fb*, bw	To-Of
3	225 - 237	12	(opx, ho)	pm, bw	Spfa-1
4	308 - 311	3	opx, ho	pm, bw	
5	380 - 383	3	opx, cpx, (ho)	pm, pm*, (bw)	LM-8No.8
6	413 - 418	5	opx, cpx	pm, pm*	
7	439 - 443	4	opx, ho	pumice; pm*	
8	459 - 464	5	opx, cpx	pumice; pm, bw, bw*	
9	466.5 - 468	1.5	(opx, ho)	bw, bw*	
10	468 - 470	-	(opx, ho)	bw, bw*	Aso-4
B 1	75 - 84	9	(opx, cpx, ho)	pm, bw, (pm*)	To-H
2	295 - 298	3	(opx)	pm, bw	To-Of
3	306 - 338	-	opx, cpx, ho	pm, bw	Kc-Sr
4	377 - 405	28	(opx)	bw, pm	Spfa-1
5	537 - 544	7	opx, ho, qt	pm, fb, bw	Nr-Y
6	596 - 604	8	(opx)	pm, (pm*)	LM-8No.11
7	623 - 631	8	(opx)	pm, fb	
8	675 - 683.5	8.5	opx, ho	bw, pm, bw*	Aso-4
9	716 - 723	-		pm, bw	Nr-N
10	768 - 773	-	(opx, ho)	sc, pm*, pm, bw	
11	813 - 821.5	8.5	(opx)	bw, (bw*, pm*)	Kc-Hb
12	927 - 931	4	opx	pm*, pm, (bw)	
13	1165 - 1168	3	opx	pm, bw	
14	1175 - 1180	-	(opx, cpx)	pm*, pm	
15	1232 - 1237	5	(opx, cpx)	pm, bw	
16	1331 - 1334	3	gr-ho, opx	pm, fb, bw, (pm*)	
17	1365 - 1367	2	(opx)	bw, (pm); pumice	
18	1399 - 1401	-	(ho, opx)	sc, pm*, (pm, bw)	
19	1455 - 1458	-	(opx)	pm	
20	1494 - 1510	16	opx, (ho)	pm, fb, bw	
21	1618 - 1619	-	-	pm, bw	
22	1668 - 1683	15	(opx, ho)	pm, fb, bw	
23	1694 - 1704.5	10.5	-	pm, fb, bw	
24	1735 - 1740	5	bi, ho, (opx), fl	pm, fb, bw	
25	1761 - 1764	3	ho, opx	pm, fb, (pm*)	
C 1	121.5 - 123	0.05, 0.1		bw	
2	136 - 140	4	opx, fl, qt	pm	
3	270 - 282	12		bw, pumice	To-Of
4	304.5 - 340.0	20	opx	pm, fb, bw, pm*	Kc-Sr
5	514 - 574.5	-		pm, bw	Spfa-1
6	879 - 883	4		pm, bw	LM-8No.9
D 1	246 - 247	-	opx, (ho)	bw, pm	Kc-Sr
2	314 - 329	15	(opx)	pm, bw	Spfa-1
3	459 - 463	4	(opx, cpx)	pm, fb, bw	LM-8No.11
4	533 - 537	4	(opx, ho)	bw, bw*	Aso-4
5	541 - 548	7	opx, (ho, cpx)	pm, (pm*)	
6	555 - 559	-	(opx)	pm	Nr-N
7	589 - 590	-	opx	pm, (bw*)	On-Pm1
8	641 - 643	-	(opx)	bw, pm	
9	667 - 685	-	opx, cpx	pm, bw, (pm*)	
10	688 - 703	-	-	pm, fb, bw	
11	754	-	gr-ho, opx	pm	
12	879 - 880	-	opx	pm*, pm, fb	
13	942 - 944	-	opx, ho, fl	pm, pm*	
14	993 - 997	4	ol, opx	pm, pm*, bw	
15	1018 - 1024	-	opx, bi	pm*, pm, bw	
16	1064 - 1086	22	(opx, cpx)	bw, pm	
17	1147.5 - 1149	1.5	opx, cpx, (ho)	pm, bw	
18	1203 - 1205	-	opx, ol	pm, bw	
19	1281 - 1288	-	(opx, ol), fl	pm*, pm	
20	1339 - 1340	-	(opx, ho)	pm, bw	
21	1366.5 - 1368.5	2	(opx)	bw, fb, pm	
22	1418 - 1422	4	opx, br-ho, bi	pm, pm*, (bw)	
23	1467	-	bi, opx	pm, bw	
24	1490 - 1491	-	bi, opx	pm, bw	
25	1497.5 - 1499.5	2	(opx)	bw, fb, pm	
26	1537 - 1539	2	opx, cpx	pm*, bw*	
27	1555 - 1558	-	opx, ho, fl	pm	
28	1600 - 1605	-	(opx)	pm, fb, bw	
29	1739 - 1740	-	(opx)	pm, fb, bw	
30	1795	-	-	pm, bw	
31	1853 - 1865	12	opx	bw, pm, (ob)	
32	1873	-	opx	pm*, bw, ob	
E Tephra ★ No.	Depth (cm)	Thickness (cm)	Mineral	Gass type	Tephra name
1	54 - 55.5	1.5		bw	Aso-4
2	94.5 - 97.5	6	(opx, cpx)	bw, (bw* rare)	
3	192 - 193.5	1.5	(opx)	pm, sc, bw, (bw*)	
4	200 - 204	4	-	pm, sc, bw	
5	320 - 329.5	9.5	(opx)	pm, bw(Y)	Ata-Th
6	375 - 380.5	5.5	-	pm, fb, bw(Y)	
7	431 - 439	8	-	bw, pm, sc	
8	468 - 474	6	-	sc,	
9	558 - 567	9	ho	bw, pm(microlite)	
10	649 - 651.5	2.5		bw, pm	
11	681.5 - 690	7.5	-	pm, fb(microlite), sc	
12	798 - 806	8	-	bw, pm	
13	840.5 - 851.5	11	bi	pm(microlite), bw	
14	871.5 - 876.5	5	-	bw, pm, pumice	
15	905.5 - 907	1.5	opx, (ho?)	pm, fb, bw	
16	948 - 954	6	-	bw	
17	960 - 962	2	qt	pm	
18	1034.5 - 1035.5	1	opx	pm*	
19	1123.5 - 1136.5	13		pm	
20	1155 - 1163.5	8.5	-	pm, bw	
21	1231 - 1236	5		pm, fb, bw	
22	1291 - 1299	8	bi+	bw, pm	
23	1322 - 1329	7	bi	bw	
F 1	145.5 - 148.5	3	opx	pm, bw	
2	531.2 - 533.2	2	ho?, opx	bw, pm, bw*	Ata-Th
3	552.2 - 554.2	2	(bi)	bw, bw*, pm	
4	633.7 - 634.7	1	-	pm, bw	
5	749.2 - 751.2	2	opx	pm, bw	
6	1045.2 - 1047.7	2.5	-	bw, pm	
7	1255.9 - 1265.9	10	opx	bw, pm	
8	1411.9 - 1416.9	5	-	bw, pm	
9	1501.9 - 1510.9	9	bi+	pm, bw	
10					
11	1555.4 - 1561.4	6	bi	bw, pm	

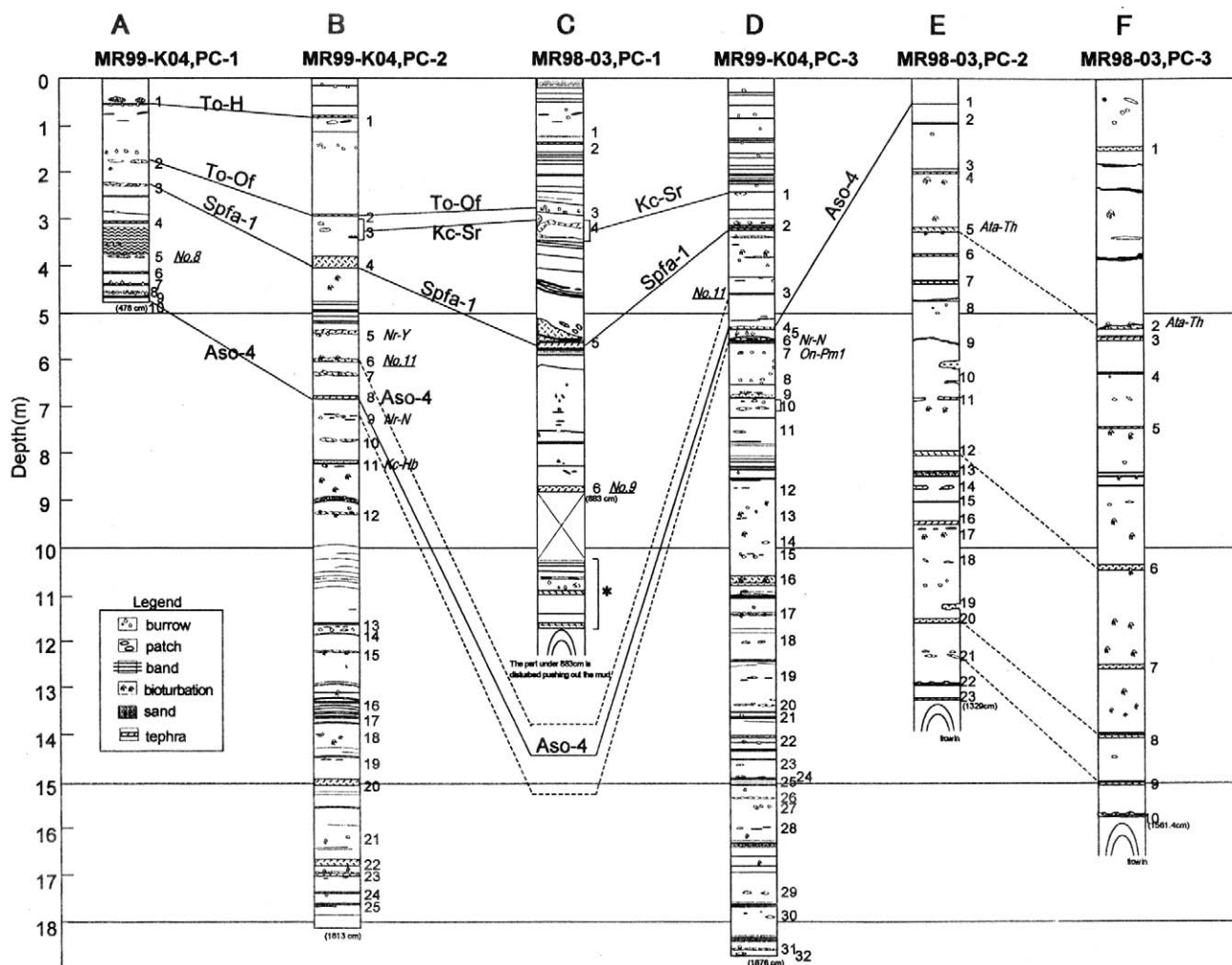


図2 6本のピストンコア中のテフラの対比

イタリック体のテフラ名及び破線は予察的な対比で、今後多面的に検討する予定である。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，Kc-Sr:クッチャロ庶路テフラ，Spfa-1:支笏第1テフラ，Aso-4:阿蘇4テフラ，Nr-Y:鳴子柳沢テフラ，Nr-N:鳴子荷坂テフラ，On-Pm1:御岳第1テフラ，Kc-Hb:クッチャロ羽幌テフラ，No.8，No.9，No.11:三陸沖KH94-3,LM-8コアに介在するテフラ(青木・新井, 2000)

Fig. 2 Correlation of deep-sea tephra in six piston cores

The italic tephra name and broken lines are preliminary correlations. We will examine the accuracy of these identifications by multidisciplinary studies.

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, Nr-Y : Nrugo-Yanagisawa tephra, Nr-N : Narugo-Nisaka tephra, On-Pm1 : Omtake-Daiichi tephra, Kc-Hb : Kutcharo-Haboro tephra, No.8, No.9, No.11 : the tephra contained in KH94-3, LM-8 core off Sanriku ⁷⁾

に堆積物全体が引き伸ばされたことにより、上位の層は乱され下位の層は傾いている。3地点とも細粒火山灰(シルト質クレイ)である。

火山ガラスの形態はB, C地点では軽石型の火山ガラスが優先するがD地点ではバブルウォール型の火山ガラスが優先する。重鉱物は3地点とも極めて希少な斜方輝石が含まれ、B地点では普通輝石と角閃石も見られる(表2)。火山ガラスの主成分組成は流紋岩質で苦鉄質成分に乏しい(表3)。このような特徴は北海道起源の広域テフラであるクッチャロ庶路テフラと支笏第1テフラに見られるが、この両テフラはTiO₂とMgOの値が決定的に

異なる点で区別することができる。B-No.3, C-No.4, D-No.1はTiO₂が0.26 % ± 0.1 %であること、MgOが0.21 % ~ 0.26 %であることから、Kc-Srテフラに対比されると考えられる。

Spfa-1(支笏第1テフラ) = (A-No.3, B-No.4, C-No.5, D-No.2)

A, B, C, Dの4地点で北海道起源の広域テフラであるSpfa-1(支笏第1テフラ)に対比されるテフラが見つかった(図2)。それぞれの堆積状態は以下のようになる。A-No.3は深度225-237 cmのガラス質火山灰で淘汰は

表3 同定されたテフラと広域テフラの模式地試料の火山ガラスの主成分組成

Table 3 Major elements composition of glass shards about identified deep-sea tephra and widespread tephra collected in type localities.

	A	B	C	D	E	Type Tephra	
To-H	No. 1	1					
	SiO ₂	76.68 (1.3)	77.35 (1.4)			77.75 (1.0)	
	TiO ₂	0.38 (0.1)	0.33 (0.1)			0.33 (0.1)	
	Al ₂ O ₃	13.05 (0.5)	12.86 (0.5)			12.89 (0.5)	
	FeO*	2.16 (0.3)	2.01 (0.4)			1.63 (0.2)	
	MnO	0.09 (0.0)	0.07 (0.0)			0.08 (0.0)	
	MgO	0.46 (0.1)	0.41 (0.1)			0.33 (0.1)	
	CaO	2.06 (0.3)	1.95 (0.4)			1.87 (0.3)	
	Na ₂ O	3.83 (0.1)	3.72 (0.2)			3.85 (0.1)	
	K ₂ O	1.29 (0.1)	1.29 (0.1)			1.28 (0.1)	
	n	14	17			21	
	Total**	97.37 (2.0)	98.02 (2.1)			95.93 (2.0)	
To-Of	No. 2	2	3				
	SiO ₂	76.67 (1.3)	77.04 (1.2)	76.95 (1.0)		77.82 (1.3)	
	TiO ₂	0.39 (0.1)	0.37 (0.1)	0.36 (0.1)		0.36 (0.1)	
	Al ₂ O ₃	12.99 (0.5)	12.88 (0.5)	13.13 (0.4)		12.45 (0.4)	
	FeO*	2.23 (0.4)	2.20 (0.3)	1.79 (0.2)		1.88 (0.5)	
	MnO	0.08 (0.1)	0.07 (0.0)	0.08 (0.0)		0.08 (0.0)	
	MgO	0.44 (0.1)	0.42 (0.1)	0.42 (0.1)		0.33 (0.1)	
	CaO	2.05 (0.2)	2.02 (0.3)	1.98 (0.2)		1.87 (0.3)	
	Na ₂ O	3.95 (0.1)	3.78 (0.1)	4.02 (0.2)		3.97 (0.1)	
	K ₂ O	1.20 (0.1)	1.22 (0.1)	1.28 (0.1)		1.25 (0.1)	
	n	15	17	14		21	
	Total**	98.39 (0.9)	98.41 (0.9)	96.02 (1.6)		98.25 (1.2)	
Kc-Sr	No. 3	4	1				
	SiO ₂	78.77 (0.3)	77.89 (0.5)	79.03 (0.4)		78.53 (0.4)	
	TiO ₂	0.26 (0.1)	0.27 (0.1)	0.25 (0.1)		0.26 (0.1)	
	Al ₂ O ₃	12.02 (0.2)	12.63 (0.3)	11.72 (0.2)		12.13 (0.2)	
	FeO*	1.40 (0.1)	1.32 (0.1)	1.36 (0.2)		1.34 (0.1)	
	MnO	0.05 (0.0)	0.05 (0.0)	0.04 (0.0)		0.08 (0.0)	
	MgO	0.25 (0.0)	0.26 (0.0)	0.21 (0.1)		0.25 (0.0)	
	CaO	1.41 (0.1)	1.42 (0.1)	1.38 (0.1)		1.33 (0.1)	
	Na ₂ O	3.47 (0.1)	3.69 (0.2)	3.65 (0.1)		3.70 (0.1)	
	K ₂ O	2.38 (0.1)	2.45 (0.1)	2.36 (0.1)		2.38 (0.1)	
	n	51	35	20		20	
	Total**	96.37 (1.8)	94.69 (1.9)	95.37 (1.7)		97.95 (1.1)	
Spfa-1	No. 3	4	5	2		a	b
	SiO ₂	78.25 (0.3)	78.59 (0.3)	77.80 (0.4)	78.68 (0.4)	77.99 (0.5)	78.56 (0.5)
	TiO ₂	0.13 (0.0)	0.15 (0.0)	0.16 (0.0)	0.14 (0.0)	0.15 (0.0)	0.15 (0.0)
	Al ₂ O ₃	12.38 (0.2)	12.24 (0.2)	12.58 (0.2)	12.04 (0.2)	12.53 (0.2)	12.45 (0.3)
	FeO*	1.69 (0.1)	1.45 (0.2)	1.55 (0.1)	1.60 (0.1)	1.47 (0.1)	1.37 (0.1)
	MnO	0.05 (0.0)	0.06 (0.0)	0.05 (0.0)	0.05 (0.0)	0.08 (0.0)	0.05 (0.0)
	MgO	0.15 (0.0)	0.15 (0.0)	0.15 (0.0)	0.13 (0.0)	0.13 (0.0)	0.13 (0.0)
	CaO	1.28 (0.0)	1.30 (0.0)	1.37 (0.0)	1.27 (0.0)	1.30 (0.0)	1.23 (0.1)
	Na ₂ O	3.56 (0.1)	3.53 (0.1)	3.61 (0.1)	3.64 (0.1)	3.78 (0.2)	3.41 (0.1)
	K ₂ O	2.51 (0.1)	2.53 (0.1)	2.74 (0.1)	2.45 (0.1)	2.58 (0.1)	2.64 (0.1)
	n	19	20	20	20	23	21
	Total**	97.56 (1.2)	97.45 (1.4)	95.10 (1.0)	96.66 (1.2)	93.03 (1.4)	98.10 (2.0)
Aso-4	No. 10	8	4	1			
	SiO ₂	73.29 (0.4)	72.88 (0.7)	73.24 (0.6)	72.53 (0.6)	73.23 (0.9)	
	TiO ₂	0.40 (0.0)	0.41 (0.0)	0.40 (0.0)	0.43 (0.0)	0.40 (0.1)	
	Al ₂ O ₃	14.42 (0.2)	14.62 (0.4)	14.21 (0.4)	14.87 (0.4)	14.57 (0.5)	
	FeO*	1.65 (0.1)	1.63 (0.2)	1.72 (0.2)	1.64 (0.1)	1.56 (0.2)	
	MnO	0.07 (0.0)	0.08 (0.0)	0.07 (0.0)	0.09 (0.0)	0.09 (0.0)	
	MgO	0.31 (0.0)	0.33 (0.1)	0.32 (0.1)	0.34 (0.1)	0.30 (0.1)	
	CaO	0.87 (0.1)	1.02 (0.2)	1.03 (0.2)	1.07 (0.2)	1.03 (0.2)	
	Na ₂ O	4.29 (0.2)	4.21 (0.2)	4.26 (0.1)	4.16 (0.1)	4.23 (0.2)	
	K ₂ O	4.71 (0.2)	4.82 (0.2)	4.75 (0.2)	4.87 (0.2)	4.58 (0.3)	
	n	16	18	19	17	29	
	Total**	97.64 (1.2)	97.52 (1.8)	96.25 (1.6)	97.30 (1.8)	96.91 (1.9)	

良い。B-No.4は深度377-405 cmの火山灰層で上位5 cmは生物擾乱を受けている。層厚は28 cmで、上方正級化構造(砂質シルト_シルト質クレイ)が観察される。C-No.6のガラス質火山灰層は、コア採取時に堆積物全体が著しく引き伸ばされている。そのため、火山灰層は深度557-574.5 cmに観察されるものの、514 cm付近まで軟泥部分と共に

火山灰も引き伸ばされている。上方正級化構造(シルト〜クレイ)をもつ部分(深度563-574.5 cm)の層厚は11.5 cmであるが、深度563 cmより上位は再移動した可能性があるため正確な層厚は不明である。D-No.2は深度314-329 cmの火山灰層で、上方正級化構造(シルト〜シルト質クレイ)が観察される。火山灰層の層厚は15 cmであるが、

コア観察から上位7 cmは再移動した可能性がある。

火山ガラスの形態はいずれの地点でも全体的にパミス型がバブルウォール型よりも卓越する。重鉱物はAで斜方輝石と角閃石、BとDで斜方輝石が含まれているが極めて希少である(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%であることから(表3)、A-No.3、B-No.4、C-No.5、D-No.2は支笏第1テフラに対比されると考えられる。また、B-No.4、C-No.5、D-No.2は上記のKc-Srテフラの下位になるが、これは層位学的に矛盾はない⁸⁾。

Aso-4 = (A-No.10, B-No.8, D-No.4, E-No.1)

A, B, D, Eの4地点で九州起源の広域テフラのAso-4に対比されるテフラが見つかった。A-No.10は深度468-470 cmを分析した。Aコアの最下位(深度468-478 cm)は火山灰と有孔虫軟泥が混じり合っており、正確な火山灰層は観察されない。B-No.8は深度675-683.5 cm、層厚8.5 cmで上方正級化構造(砂~シルト)が観察される。D-No.4は深度533-537 cm、層厚は4 cmで上方正級化構造(砂質シルト~クレイ)が観察される。E-No.1は深度54-55.5 cm、層厚は1.5 cmのシルト質火山灰である。

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。重鉱物はE以外では斜方輝石と角閃石、Eでは斜方輝石がわずかに観察される(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($\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$)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、火山ガラスの主成分はともに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⁵⁾。故に、A-No.10、B-No.8、D-No.4、E-No.1は火山ガラスの主成分の特徴からAso-4に対比される。

(2) 十和田カルデラ起源テフラの対比

To-H(十和田八戸テフラ) = A-No.1, B-No.1

A, Bの2地点で東北地方の十和田カルデラ起源のTo-H(十和田八戸テフラ)に対比されるテフラが見つかった。A-No.1は深度55-56 cmに堆積している直径2-3 mmの軽石を含んだ淘汰の悪い粗粒火山砂である。B-No.1は75-84 cmに堆積している細粒火山灰層である。

A-No.1とB-No.1の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、淡褐色に色付いた火山ガラスも多い。ともに重鉱物として斜方輝石、普通輝石、角閃石を含む。両テフラの火山ガラスの化学組成は、デイサイト質で TiO_2 の値が高く K_2O が低いという特徴から、十和田カルデラ起源のテフラと考えられる。また、2地点とも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枚のテフラとなるが、A-No.1、B-No.1は重鉱物に角閃石が観察されることから、3枚のテフラのうち角閃石を含むTo-Hに対比される。

十和田大不動テフラ = A-No.2, B-No.2, C-No.3

A, B, Cの3地点で東北地方の十和田カルデラ起源であるTo-Of(十和田大不動テフラ)が見つかった。A-No.2は深度174.5-175.5 cmにパッチ状に見られる淘汰の良い火山灰で、テフラ粒子の最大粒径は1 mm程度である。B-No.2は深度295-298 cmの火山灰層で、細粒で淘汰がよい。C-No.3は深度270-282 cm付近に散在する白くパッチ状に堆積した細粒ガラス質火山灰である。

A, Bともに、火山ガラスの形態は軽石型とバブルウォール型からなるが、A-No.2の火山ガラスは厚手で軽石型(スポンジ状・繊維状)の火山ガラスが卓越し、淡褐色に色付いて見えるガラスが多い。2地点とも重鉱物に斜方輝石と普通輝石が見られる(表2)。C-No.3の火山ガラスはバブルウォール型(平板状)からなり、重鉱物はほとんど見られない。3試料とも火山ガラスの化学組成は、上記のTo-Hと極めてよく似る(表3)。しかしながら、A-No.2とB-No.2は角閃石を含む十和田八戸テフラが上位に存在する(A-No.1, B-No.1)ことから、To-Ofに対比される。また、B地点においてB-No.2(To-Of)はB-No.3(Kc-Sr)の直上に位置することから、C-No.4(Kc-Sr)の直上に介在するC-No.3もTo-Ofに対比されると考えられる(図2)。

(3) その他のテフラとコア間の対比についての予察

ここでは、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既知のテフラとの対比を予察的に触れる(図2)。今後、正確な対比のために、それぞれのテフラに含まれる重鉱物の屈折率や、火山ガラスの微量元素を測定するなど、多面的に検討する予定である。

B地点では、B-No.7が⁹Nr-Y(鳴子柳沢テフラ)、B-No.9が⁹Nr-N(鳴子荷坂テフラ)、B-No.11がKc-Hb(クッチャロ羽幌テフラ)に対比される可能性が高い。また、D地点のD-No.6はB-No.9(Nr-N)と、その直下のD-No.7はOn-Pm1(御岳第1テフラ)に対比される可能性が高い。これらのテフラはこれまで海底堆積物中で発見されたことはない。

さらに、三陸沖で採取されたKH94-3, LM-8コアに介在する給源火山が不明のテフラ⁷⁾に対比される可能性のある3枚のテフラが見つかった。まず、A-No.5は深度380-383 cmで観察される4mm大の軽石を含む粗粒火山砂で、火山ガラスの主成分組成はLM-8コアのNo.8テフラに似る。C-No.7は淘汰のよい火山灰層で、火山ガラスは発泡の良いパミス型で重鉱物はほとんど観察されないが、火山ガラスの主成分組成はLM-8コアのNo.9テフラに似る。B-No.6, B-No.7, C-No.6はいずれも淘汰の良いガラス質火山灰で、B-No.6は上方正級化構造(シルト~シルト質ク

レイ)をもつ。B-No.6がB-No.7の再移動したものかどうかは不明である。3試料とも、火山ガラスの主成分組成はLM-8コアのNo.11テフラに似る。

E地点とF地点のコア間では、図2に示したような対比の可能性はあるが、現在既知のテフラとの対比はついていない。その中でE-No.5とF-No.2の火山ガラスの主成分組成は阿多島浜テフラ(Ata-Th)によく似る。

4. ま と め

今回、北西太平洋で採取された海底コアから、東北地方と北海道で広く示標とされているテフラが見つかった。このことは、海底に堆積したテフラの分布域や総噴出量を見直す際の貴重な資料となるだけでなく、東北地方と北海道のテフラ編年を行うことを可能とした。現在までに分かったことをまとめると次のようになる。

(1)北海道の屈斜路カルデラ起源の広域テフラであるKc-Sr(クッチャロ庶路)テフラは、今回初めて海域で発見された。B, C, D地点で見つかったということから、北海道東方沖の広い海域で見つかる可能性がある。

(2)Kc-Srテフラの噴出年代は30-35 kaと推定されている⁹⁾。そのため同時代の噴出物である十和田大不動テフラとの層序関係は不明であったが、本研究で北海道のテフラと十和田起源のテフラの間で、以下のような層序が明らかとなった；B地点(MR99-K04, PC-2コア)に介在するテフラについて、No.1=To-H(十和田-八戸テフラ)、No.2=To-Of(十和田-大不動テフラ)、No.3=Kc-Sr(クッチャロ庶路テフラ)、No.4=Spfa-1(支笏第1テフラ)。

(3)To-HとTo-Ofはこれまで三陸沖では見つかったが、B地点のTo-HとC地点のTo-Ofは、それぞれのテフラとしては最も給源から遠方で見つかったことは、両テフラの北西太平洋での分布域を決定する上で重要な知見となる。

(4)Spfa-1は、北西太平洋ではKH81-3-2コア(38° 41.1' N, 148° 29.9' E)¹⁰⁾、KH77-1-6コア(39° 41.1' N, 145° 22.2' E)⁸⁾、三陸沖のKH94-3, LM-8コア(38° 53.52' N, 143° 22.11' E)⁷⁾で見ついている。今回A, B, C, D地点でも見つかったことは、海底に堆積したSpfa-1の総体積量を見積もるうえで貴重な資料となる。また、現在見つかった中では最も緯度が低いD地点での層厚が最低でも8 cmと見積もられることから、さらに広範囲に分布している可能性がある。

5. 今後の課題

以下の点が挙げられ、現在研究を継続中である。

(1)本稿では火山ガラスの主成分組成と、テフラの鉱物構成をもとに各テフラの対比を行った。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と、いくつかのテフラについては火山ガラスの微量元素分析を行う予定である。

(2)B, D, E, F地点のコアの下部のテフラは、まだ既知のテフラとの対比がほとんどついておらず、最終間氷期以前の中期_後期更新世の広域テフラとの対比を検討する必要がある。

6. 謝 辞

本研究に用いた海底コアの採取に当たり、研究船「みらい」の赤嶺正治船長をはじめ観測仕官、乗組員の方々、また(株)GODIや(株)マリン・ワーク・ジャパンの観測技術員の方々には、全面的にご支援いただきました。ここに改めてお礼を申し上げます。

引用文献

- 1) 新井 房夫・大場 忠道・北里 洋・堀部 純男・町田 洋：後期第四紀における日本海の高環境-テフロクロノロジー、有孔虫群集解析、酸素同位体法による-。第四紀研究, **20**, 209-230.(1981)
- 2) Furuta, T., Fujioka, K. and Arai, F.: Widespread submarine tephra around Japan - petrographic and chemical properties. *Marine Geology*, **72**, 125-142.(1986)
- 3) 町田 洋・新井 房夫：日本列島周辺の深海底に分布するテフラ。第四紀研究, **26**, 227-242.(1988)
- 4) 中嶋 健・吉川 清志・池原 研・片山 肇・木川 栄一・上嶋 正人・瀬戸 浩二：日本海南東部における海底堆積物と後期第四紀層序-特に暗色層の形成時期に関連して-。地質学雑誌, **102**, 125-138.(1996)
- 5) 白井 正明・多田 隆治・藤岡 換太郎：ODP日本海試料との対比に基づく男鹿半島安田海岸更新世中_後期テフラの同定と年代。第四紀研究, **36**, 183-196.(1997)
- 6) 町田 洋・新井 房夫：火山灰アトラス[日本列島とその周辺]。276p, 東京大学出版会(1992)
- 7) 青木 かつお・新井 房夫：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**, (2000)
- 8) 青木 かつお・町田 洋：東北日本沖の北西太平洋深海底に分布する火山灰の同定。第四紀学会講演要旨集, **26**: 78-79.(1996)
- 9) Machida, H.: Quaternary widespread tephra catalog in and around Japan: Recent progress. 第四紀研究, **38**, 194-201.(1999)
- 10) 町田 洋・宮内 崇裕・森脇 広：放射化分析による広域テフラの同定-北日本の広域テフラ-。武蔵工大原子炉等共同利用研究成果報告書, **9**: 9-12.(1984)

(原稿受理：2000年2月21日)