# 日本に分布する第四紀後期広域テフラの主元素組成 ー K<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub>図によるテフラの識別

青木かおり<sup>1</sup>・町田 洋<sup>2</sup>

Kaori Aoki and Hiroshi Machida (2006) Major element composition of volcanic glass shards in the late Quaternary widespread tephras in Japan – Distinction of tephras using K<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub> diagrams. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 57(7/8), p.239 - 258, 15 figs, 8 tables.

Keywords: Quaternary, widespread tephra, volcanic glass shards, EPMA, tephra database

#### 1. テフラ・データベースの必要性

1970年代以降、日本では第四紀層のテフラ層序や編 年学的研究が盛んに行われてきた.特に、さまざまな 研究分野で重用される指標テフラについては,分布, 年代,層相やテフラ構成物の特性,同定のために火山 ガラスや鉱物の屈折率特性を中心にカタログとしてま とめられている(町田・新井, 1992; 2003). その中で 火山ガラスの主元素組成も記載されてきたが、やや限 定的であった.給源火山から数100km以上も遠方に分 布するテフラでは,一般に火山ガラスの割合が多く なっているので, その化学組成はテフラの対比・同定 にあって特に重要なデータである. そこで本稿では日 本列島周辺の海域に分布するテフラの同定を目的とし て、従来のデータを補うために、これまでに測定した 各テフラの火山ガラスの主元素組成を表示する.特に 従来資料が少なかった北日本, 東日本の火山を給源と する後期更新世以降のテフラを主な対象とし,北・東 日本や太平洋海底に分布する中 - 西日本の火山起源の 第四紀広域テフラも付け加えた.

日本列島周辺の深海底堆積物中のテフラ層は,第四 紀環境変遷史の研究や給源火山の活動史に,極めて重 要な情報を提供するので,1980年代から報告されるよ うになった(新井ほか,1981; Machida and Arai, 1983; Furuta et al.,1986).日本海のコアを扱った研究 は中嶋ほか(1996),白井ほか(1997)と続く.また広 大な北西太平洋では,その後,青木・新井(2000),青木 ほか(2000),山本・青木(2002)及びAoki and Sakamoto(2003)が東・北日本の火山起源のテフラを 報告している.特に北西太平洋海盆のような炭酸塩補 償深度より深い海底が広いところでは,年代決定を行 うための手がかりとなる有孔虫殻が溶解しているため に,テフラはコア同士の対比や堆積物の年代軸を高精 度に決定する上で有効な手段である.

#### 2. 分析するテフラ試料及び分析方法

本データベースの対象とするテフラは,既に海域に 分布することがわかっていたり,またその可能性のあ る,大規模噴火の産物であるテフラ(降下テフラと火 砕流堆積物)に限定し,保存のよいものを試料とした (第1表).各テフラの給源火山の位置は第1図に示す. なお本稿で用いたテフラ名及び噴出年代については 町田・新井(2003)に従った.

主元素分析には北海道大学及び(独)産業技術総合 研究所のEPMA (JEOL社製 JXA-8900)を使用して、 波長分散法 (WDS) で125~250 µmの火山ガラスの主 元素分析を行った(第2表,第3表,第4表,第5表). 分析条件は電子ビーム径10 µm,加速電圧15 kV,電 流値10 nAとした. FeO\*は全てFeOとして算出されて いる. 測定値は、水を除いて100 wt.%になるように再 計算をしたもので、テフラ試料につき4~90点のガラ スを測定した平均値である. 下段には再計算後の標準 偏差を示した. Total\*\*は水を除く前の主元素組成値の 合計である. また, EPMA分析で火山ガラスの分析を 行う上で, Froggatt (1992) はワーキングスタンダー ドを導入することを推奨している.これは、分析装置 の安定性をモニターすること,分析値の再現性を チェックすること,更に他研究機関の分析値と比較す る方法として有効である.ただ, Froggatt (1992) で 推奨しているKN-18 (ケニア山黒曜石)や, VG-99 (ハ ワイ産玄武岩ガラス)をワーキングスタンダードとし て利用しているテフラ研究者は日本ではほとんどいな いようである.また、長橋ほか(2003)ではデイサイ トや流紋岩のように比較的広い組成範囲において分析 値の正確度を吟味したり、他の研究機関との比較を厳 密に行うためには更に多くのワーキングスタンダード を用いることが必要としている.本報告では,毎回の 分析の開始と終了時に姶良Tnテフラ(AT)を分析し

<sup>1</sup>地質情報研究部門(現 University of Toronto, Department of Geology) (Institute of Geology and Geoinformation, GSJ. (22 Russell Street, Toronto, ON Canada M5S 3B1)).

<sup>2</sup>東京都立大学 名誉教授(Tokyo Metropolitan University, 1-1 Minami-osawa, Hachioji, Tokyo, 192-0397 Japan).

# 第1表 本研究で対象とした指標テフラのリスト.

# Table 1 List of marker-tephra layers.

		(3)			(4)		(6)		(8)
(1) Marker tenhra nome	(2)	Age	•		Volcano	(5)	collected	(7)	Sample
Marker-tephra hame	abbreviation	Age	Method	#	Name	Locality	by	IVI#	
Tarumai a	Та-а	AD1739	н	5	Tarumai	Kitami, Hokkaido	Aoki		1
Komagatake c <sub>2</sub>	Ko-c <sub>2</sub>	AD1694	н	11	Komagatake	Kitami, Hokkaido	Aoki		2
Mashu b	Ma-b	< 10th cent	ST	1	Mashu	Raiun, Hokkaido	Aoki		3
Mashu f nfl	Ma-f	7 3-8 ka	<u>с</u>	1	Mashu	Raiun Hokkaido	Machida	M IA0466	4
Nigorikawa ofi	Na	15 ko	C	10	Nigorikowa	Ishikura Hokkaido	Machida	MIA0412	
Nigonkawa pii	ING	10 60 1	0	10	Nigorikawa		Macrilua	IVIJAU413	5
White Castella	WI	12-23 ka	С	1	Mashu/	Koshikawa, Hokkaido	Aoki		6
					Atosanupuri				
Atosanupuri pfl	A pfl	23-26 ka	С	1	Atosanupuri	Koshikawa, Hokkaido	Aoki		7
Eniwa a	En-a	19-21 ka	С	6	Eniwa	Chitose, Hokkaido	Machida	809-28	8
Yanbetsu Pumice	YmP	< 36-40 ka	ST	1	Atosanupuri	Raiun, Hokkaido	Aoki		9
Daisetsu-Obachidaira pfa	D-Oh	> 30 ka	C	4	Ohachidaira	Shirataki Hokkaido	Aoki		10
Daisetsu-Ohachidaira pfa	D-Oh	- oo na		4	Ohachidaira	Yubetsu Hokkaido	Aoki		11
Kucsyara Syara	KoSr	25.40 kg	6	2	Kusshara	Svoro Hokkaido	Machida	94 9 121	12
Chileton deilahi Lagiashrita	NU-31	33-40 Ka		2	Chilipatau	Syoro, Horkaldo	Machida	04,0-13	12
Shikotsu-dalichi Ignimbrite	Spri	40-45 ka	C, OI	1	Shikotsu	I omakomal, Hokkaldo	Machida	80,9-5	13
Shikotst-daiichi Pumice	Spfa-1			7	Shikotsu	Kamisarabetsu, Hokkaido	Machida		14
Shikotst-daiichi Pumice	Spfa-1			7	Shikotsu	Shirataki, Hokkaido	Aoki		15
Kuttara 1	Kt-1	> 43 ka	С	8	Kuttara	Hayakita, Hokkaido	Machida	MJA0420	16
Kuttara 2	Kt-2	-		8	Kuttara	Toya, Hokkaido	Machida	MJA0424	17
Kuttara 3	Kt-3	> 42-51 ka	С	8	Kuttara	Noboribetsu, Hokkaido	Yamagata		18
Kuttara 4	Kt_4		-	8	Kuttara	Noboribetsu, Hokkaido	Yamagata		19
Kuttore F	I'dt F			0	Kuttara	Neberibeteu, Hekkeide	Vamagata		20
Kullara 5	KI-D	-	OT	0	Kullara	Noboribelsu, Horkaido	famagata		20
Kuttara 6	Kt-b	75-85 Ka	SI	8	Kuttara	Noboribetsu, Hokkaido	Yamagata	-	21
Kuttara 7	Kt-7	-		8	Kuttara	Noboribetsu, Hokkaido	Yamagata		22
Kuttara 8	Kt-8	-		8	Kuttara	Noboribetsu, Hokkaido	Yamagata		23
Kutcharo 2/3 pfl	Kc-2/3	85-90 ka	ST	2	Kutcharo	Higashi Kayano, Hokkaido	Machida	MJA0478	24
Тоуа	Тоуа	112-115 ka	FT, TL,	9	Тоуа	Hachinohe, Aomori	Machida	MJA0390	25
			ST		-				
Тоуа	Тоуа			9	Тоуа	Oga, Akita	Machida	MJA0394	26
Kutcharo-Haboro	Kc-Hb	115-120 ka	FT,ST	2	Kutcharo	Nakashari, Hokkaido	Machida	MJA0501	27
Kutcharo 5 pfl	Kc-5	MIS6-5b	ST	2	Kutcharo	Higashi Mogoto, Hokkaido	Okumura		28
Kutoharo 6 pfl	Kof	10100 00	01	2	Kutoharo	Higashi Mogoto, Hokkaido	Okumura		20
Kutcharo 6 pil	KC-0	-		2	Kulcharo	Higashi Nogoto, Hokkaido	Okumura		29
Kutcharo / ptl	KC-7	-		2	Kutcharo	Higashi Mogoto, Hokkaido	Okumura		30
Kutcharo 8 pfl	Kc-8	-		2	Kutcharo	Higashi Mogoto, Hokkaido	Okumura		31
Akan Upper pfl	AUP	MIS6	ST	3	Akan	Higashi Mogoto, Hokkaido	Okumura		32
Akan Welded Tuff	AWT	MIS6	ST	3	Akan	Higashi Mogoto, Hokkaido	Okumura		33
Akan Lower pfl	ALP	-		3	Akan	Higashi Mogoto, Hokkaido	Okumura		34
Towada - a	То-а	AD915	Н	13	Towada	Ogawara Lake, Aomori	Machida		35
Towada - a	To-a			13	Towada	Tagajyo Miyagi	Machida	M IA0344	36
Towada	Tela			10	Towada	Casaan Vamagata	Kariya	1013/10344	27
10wada - a	10-a			1 1.5	Towada	Lagegan Yamanara	i Kariva	1	1 3/
				10		Cassan, ramagata	- tuniyu		
Towada-Chuseri	To-Cu	6 ka	C, ST	13	Towada	Ninokura Dam, Aomori	Machida		38
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri	To-Cu To-Cu (Cu)	6 ka	C, ST	13 13	Towada Towada	Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori	Machida Kariya		38 39
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice)	To-Cu To-Cu (Cu)	6 ka	C, ST	13 13	Towada Towada	Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori	Machida Kariya		38
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa	To-Cu To-Cu (Cu) To-Cu (Kn)	6 ka	C, ST	13 13 13 13	Towada Towada Towada	Ninokura Dam, Aomori       Kanegasawa, Aomori       Kanegasawa, Aomori	Machida Kariya Kariya		38 39 40
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice)	To-Cu To-Cu (Cu) To-Cu (Kn)	6 ka	C, ST	13 13 13	Towada Towada Towada	Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori	Machida Kariya Kariya		38 39 40
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash)	To-Cu To-Cu (Cu) To-Cu (Kn) To-Cu (Ut)	6 ka	C, ST	13 13 13 13 13	Towada Towada Towada Towada	Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori	Machida Kariya Kariya Kariya		38 39 40 41
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada - Nambu	To-Cu To-Cu (Cu) To-Cu (Kn) To-Cu (Ut) To-Nb	6 ka 8.6 ka	C, ST	13 13 13 13 13 13 13	Towada Towada Towada Towada Towada	Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori	Machida Kariya Kariya Kariya Machida	807-8'-4	38 39 40 41 42
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada - Nambu Hachinohe Pumice (middle)	To-Cu To-Cu (Cu) To-Cu (Kn) To-Cu (Ut) To-Nb To-H	6 ka 8.6 ka 15 ka	C, ST C C C	13       13       13       13       13       13       13       13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori	Machida Kariya Kariya Kariya Machida	807-8'-4 740711-4-①	38 39 40 41 42 43
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada - Nambu Hachinohe Pumice (Inwer)	To-Cu To-Cu (Cu) To-Cu (Kn) To-Cu (Ut) To-Nb To-H To-H	6 ka 8.6 ka 15 ka	C, ST C C C, OI	13       13       13       13       13       13       13       13       13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori	Machida Kariya Kariya Machida Machida	807-8'-4 740711-4-① 740711-4	38 39 40 41 42 43 44
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada - Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower)	To-Cu To-Cu (Cu) To-Cu (Kn) To-Cu (Ut) To-Nb To-H To-H To-H	6 ka 8.6 ka 15 ka	C, ST C C C, OI	13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori	Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740711-4	38 39 40 41 42 43 44
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe	To-Cu To-Cu (Cu) To-Cu (Kn) To-Cu (Ut) To-Nb To-H To-H To-H	6 ka 8.6 ka 15 ka	C, ST C C C, OI	13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori	Machida Kariya Kariya Kariya Machida Machida Machida	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710	38 39 40 41 42 43 44 45
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada Utabinahe (Hachinohe	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H	6 ka 8.6 ka 15 ka	C, ST C C, OI	13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori	Machida Kariya Kariya Kariya Machida Machida Machida	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 907.2.2	38 39 40 41 42 43 44 45 46
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada - Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top)	То-Си То-Си (Си) То-Си (Кп) То-Си (Ut) То-Nb То-H То-H То-H То-H	6 ka 8.6 ka 15 ka	C, ST C C C, OI	13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (idele) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top)	То-Си То-Си (Си) То-Си (Кп) То-Си (Ut) То-Nb То-H То-H То-H То-H	6 ka 8.6 ka 15 ka	C, ST C C C, OI	13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top)	То-Си То-Си (Си) То-Си (Кп) То-Си (Ut) То-Н То-Н То-Н То-Н То-Н	6 ka 8.6 ka 15 ka	C, ST C C C, OI	13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori	Machida Kariya Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki	807-8'-4 740711-4-(1) 740711-4 740710 807-3-2	38         39           40         41           42         43           44         45           46         47
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada - Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top)	То-Си То-Си (Си) То-Си (Кп) То-Си (Иt) То-Nb То-H То-H То-H То-H То-H	6 ka 8.6 ka 15 ka	C, ST C C, OI	13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13       13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Machida	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (iddle) Hachinohe Pumice (iddle) Hachinohe Pumice (iddle) Hachinohe Pumice (iddle) Hachinohe Pumice (iddle) Hachinohe Pumice (iddle) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper)	То-Си То-Си (Си) То-Си (Кп) То-Си (Иt) То-Nb То-H То-H То-H То-H То-H То-H	6 ka 8.6 ka 15 ka	C, ST C C C, OI	13         13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Vinokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46 46 47 48
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl toper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower)	То-Си То-Си (Си) То-Си (Кп) То-Си (Ut) То-Nb То-Nb То-H То-H То-H То-H То-H То-H То-H	6 ka 8.6 ka 15 ka	C, ST C C, OI	13           13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Valosani, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-(1) 740711-4 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Achinohe (Hachinohe pfl lower)	То-Си То-Си (Си) То-Си (Кп) То-Си (ИІ) То-Н То-Н То-Н То-Н То-Н То-Н То-Н То-Н То-Н	6 ka 8.6 ka 15 ka < 32 ka	C, ST C C, OI C, OI	13           13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Valosani, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Aoki Aoki Machida	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (niddle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Biscuit 1) Towada-Oofudo	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Wt)           To-Nb           To-H	6 ka 8.6 ka 15 ka < 32 ka	C, ST C C, OI C, OI	13           13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori	Machida Kariya Kariya Kariya Kariya Machida Machida Machida Aoki Aoki Machida Machida	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38         39           40         41           42         43           44         45           46         47           48         49           50         50
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Hachinohe Pumice (Indele) Hachinohe Pumice (Iower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Achinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Cofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Towada-Oofudo	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-Nb           To-H           To-Gr           To-Of (BP1)           To-GP	6 ka 8.6 ka 15 ka < 32 ka -	C, ST C C, OI C, OI	13           13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Valosani, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Tengutai, Aomori	Machida Kariya Kariya Kariya Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Machida Machida	807-8'-4 740711-4-(1) 740711-4 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 48 49 50 51
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Achinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Achinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Achinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Achinohe (Hachinohe pfl lower)	То-Си То-Си (Си) То-Си (Кп) То-Си (ИІ) То-Н То-Н То-Н То-Н То-Н То-Н То-Н То-Н То-Н То-Э (ВР1) То-Оf (ВР1) То-Оf То-Оf Іw-Y	6 ka 8.6 ka 15 ka - 32 ka - 35-50 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, OI	13           13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada	Valosani, rainagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Tengutai, Aomori Kouma, Iwate	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Machida Machida Machida Machida Machida	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 47 48 49 50 51 52
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada - Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (Iower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Gofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Natugo-Yanagisawa	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Wt)           To-Nb           To-H           To-GP           Iw-Y           Nr-Y(afa)	6 ka 8.6 ka 15 ka - - - - - - - - - - - - -	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT	13           13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Nowada Nowada	Valosani, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Aoki Aoki Machida Machida Machida Machida Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 48 49 50 51 52 53
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl topper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Achinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Cofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Towada-Godudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-Nb           To-H           To-GP           Iw-Y           Nr-Y(sfa)           Nr-Y(sff)	6 ka 8.6 ka 15 ka < 32 ka - 35-50 ka 41-63 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT	13           13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Narugo Narugo	Vakosawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Tengutai, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi	Machida Kariya Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4-① 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 46 47 48 48 50 51 52 53 54
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Gofudo Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Towada - Goudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gf (BP1)           To-GF           Iw-Y           Nr-Y(afa)           Nr-Y(pfl)           Yk-Y	6 ka 8.6 ka 15 ka - 32 ka - 35-50 ka 41-63 ka 41-60 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST	13           14           15           17	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Yowada	Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada - Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (Ider) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Achinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Achinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Towada - Goudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Wt)           To-Nb           To-H           No-GP           Iw-Y           Nr-Y(pfl)           Yk-Y	6 ka 8.6 ka 15 ka - 35-50 ka 41-63 ka 41-60 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST	13           13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Narugo Narugo Narugo Yakeishi	Vassari, rainagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Tengutai, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Machida	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada - Nambu Hachinohe Pumice (idele) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl ower) Towada-Gofudo Towada-Gofudo Towada-Cofudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata	То-Си           То-Си (Си)           То-Си (Кп)           То-Си (Иt)           То-Nb           То-H           Nr-Y(gfa)           Nr-Y(gfa)           Nr-Y(gfa)           Yk-Y           Yk-Y           Yk-Y	6 ka 8.6 ka 15 ka - - - - - - - - - - - - -	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST	13           14	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Narugo Narugo Yakeishi Yakeishi	Valosani, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Atago, Isawa, Iwate Arayashiki, Iwate	Machida Kariya Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4-① 740710 807-3-2	38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 56 56 56
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Gofudo Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Towada - Goudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gf (BP1)           To-Gf           To-GF           Iw-Y           Nr-Y(afa)           Nr-Y(pfl)           Yk-Y           Yk-Y	6 ka 8.6 ka 15 ka - 32 ka - 35-50 ka 41-63 ka 41-60 ka - 41-60 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST	13           15           17           16           16           16	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Yowada Yowada	Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Tengutai, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Atago, Isawa, Iwate Arayashiki, Iwate Ashizawa, Yamagata	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Gotdo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Towada - Goudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (WI)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           No-Of (BP1)           To-Of GP           Iw-Y           Nr-Y(afa)           Nr-Y(pfl)           Yk-Y           Yk-Y           Yk-MP           Nr-N(afa)	6 ka 8.6 ka 15 ka - 32 ka - 35-50 ka 41-63 ka 41-60 ka 90 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST	13           14           15           16           16           16           16	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Marugo Narugo Narugo Narugo Yakeishi Yakeishi Narugo	Vassari, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Atago, Isawa, Iwate Arayashiki, Iwate	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Machida	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada - Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Gofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Godudo Towada-Godudo Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Murasakino Narugo-Nisaka	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           Nc-Y(afa)           Nr-Y(afa)           Nr-Y(afa)           Nr-Y(afa)           Nr-N(afa)           Nr-N(pfl)	6 ka 8.6 ka 15 ka - - 32 ka - 35-50 ka 41-60 ka 90 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST ST	13           13	Towada Wate Narugo	Vassari, rainagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Hachinohe Pumice (iddle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Towada-Gofudo Towada-Gofudo Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Shimoyamasato pfl	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gf           To-Of (BP1)           To-Of f           To-GP           Iw-Y           Nr-Y(afa)           Nr-Y(pfl)           Yk-Y           Yk-Y           Nr-N(afa)           Nr-N(pfl)           Smy	6 ka 8.6 ka 15 ka - 35-50 ka 41-63 ka 41-60 ka 90 ka 200-300 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST FT, TL,	13           13	Towada Yowada Towada Towada Towada Yowada Towada Yowada Towada Towada Yowada Towada Towada Yowada Towada Towada Yowada Towada	Cassari, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-(1) 740711-4 740710 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59           60
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Narugo-Nisaka Narugo-Nisaka Narugo-Nisaka	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (WI)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gr (BP1)           To-Gf (BP1)           To-GF           Iw-Y           Nr-Y(afa)           Nr-Y(fil)           Yk-Y           Yk-Y           Yk-MP           Nr-N(pfi)           Smy	6 ka 8.6 ka 15 ka - 35-50 ka 41-63 ka 41-60 ka 90 ka 200-300 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST FT, TL, ESR	13           17           16           16	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Yowada Towada Yakeishi Yakeishi Yakeishi Narugo Narugo Narugo	Valosani, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-(1) 740711-4 740710 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59           60
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada - Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (Ider) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Gofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Godudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Shimoyamasato pfl Onikohbe Ikezuki pfl	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           Nr-Y(afa)           Nr-Y(afa)           Nr-Y(afa)           Nr-N(pfl)           Yk-Y           Yk-MP           Nr-N(pfl)           Smy           O-lk	6 ka 8.6 ka 15 ka - 35-50 ka 41-60 ka 90 ka 200-300 ka 240-270 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST	13           13	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Marugo Narugo Narugo Narugo Narugo Narugo Onikohbe	Vassari, ramagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi	Machida Machida Kariya Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59           60           61
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Atachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Gofudo T	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gf           To-Of (BP1)           To-Off           To-GP           Iw-Y           Nr-Y(gfa)           Nr-Y(gfa)           Nr-N(gfa)           Nr-N(gfl)           Smy           O-Ik           Tn-A	6 ka 8.6 ka 15 ka - - 35-50 ka 41-63 ka 41-60 ka 90 ka 200-300 ka 240-270 ka MIS8	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST	13           13	Towada Narugo Yakeishi Yakeishi Narugo Narugo Narugo Narugo Onikohbe Osoreyama	Valosani, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Tengutai, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Ohata, Aomori	Machida Kariya Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4-① 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59           60           61           62
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Hachinohe Pumice (Iower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lopp) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lopp) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Atachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Shimoyamasato pfl Onikohbe Ikezuki pfl Tn-A (Sekine pfl)	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gf (BP1)           To-Gf           To-GF           Iw-Y           Nr-Y(afa)           Nr-Y(ffl)           Yk-Y           Yk-Y           Yk-MP           Nr-N(pfl)           Smy           O-lk           Tn-C	6 ka 8.6 ka 15 ka - - 35-50 ka 41-63 ka - 41-60 ka 90 ka 200-300 ka 240-270 ka MIS8	C, ST C, OI C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST	13           14           15           17	Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Towada Yowada Towada Yakeishi Yakeishi Yakeishi Yakeishi Narugo Narugo Narugo Narugo Narugo Onikohbe Osoreyama Osoreyama	Cassari, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Ohata, Aomori Ohata, Aomori	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59           60           61           62           63
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (Machinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Gotdo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Towada - Goudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Murasakino Narugo-Nisaka Shimoyamasato pfl Onikohbe Ikezuki pfl Tn-C (Syotsu pfl) Tn-C (Syotsu pfl)	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (WI)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-GP           Iw-Y           Nr-Y(afa)           Nr-Y(afa)           Nr-Y(afa)           Nr-N(afa)           Nr-N(afa)           Nr-N(afa)           Nr-A           Tn-C	6 ka 8.6 ka 15 ka - 35-50 ka 41-63 ka 41-60 ka 41-60 ka 200-300 ka 200-300 ka 240-270 ka MIS8 MIS8	C, ST C, OI C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST	13           14           17           17           18	Towada Marugo Narugo Narugo Narugo Narugo Narugo Narugo Narugo Narugo Narugo Onikohbe Osoreyama Osoreyama	Cassari, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori Takko, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Ohata, Aomori Toei, Aomori	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59           60           61           62           63           64
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Hachinohe Pumice (inddle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Atachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Oofudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Towada-Osfudo Narugo-Nisaka Shimoyamasato pfl Onikohbe Ikezuki pfl Tn-C (Syotsu pfl) Tn-C (pfa) Ooga oumice tuff	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gf           To-Gf           Nr-Y(fala)           Nr-Y(fala)           Nr-Y(fala)           Nr-N(fala)           Nr-N(fala)           Smy           O-lk           Tn-C           Tn-C	6 ka 8.6 ka 15 ka - - - - - - - - - - - - -	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST	13           14	Towada Narugo Yakeishi Yakeishi Narugo Narugo Narugo Narugo Narugo Onikohbe Osoreyama Osoreyama Tooa	Cassari, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Tengutai, Aomori Ninokura Dam, Aomori Tengutai, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Ohata, Aomori Ohata, Aomori Toei, Aomori	Machida Kariya Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4-① 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59           60           61           62           63           64
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Hachinohe Pumice (Iower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl loper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Gofudo Towada-Gofudo Towada-Gofudo Towada-Gofudo Towada-Gofudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Shimoyamasato pfl Onikohbe Ikezuki pfl Tn-C (Syotsu pfl) Tn-C (pfa) Oga pumice tuff Akani-Kanuma	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gf (BP1)           To-Gf           To-GF           VR-Y(afa)           Nr-Y(afa)           Nr-Y(pfl)           Yk-Y           Yk-Y           Yk-Y           Smy           O-Ik           Tn-C           Tn-C           Tn-C	6 ka 8.6 ka 15 ka - 32 ka - 35-50 ka 41-63 ka 41-60 ka 90 ka 200-300 ka 240-270 ka MIS8 MIS8 MIS8	C, ST C, OI C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST	13           13	Towada Yakeishi Yakeishi Yakeishi Yakeishi Narugo Narugo Narugo Narugo Onikohbe Osoreyama Osoreyama Osoreyama	Valosani, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Ohata, Aomori Ohata, Aomori Toei, Aomori Toei, Aomori Anden, Akita	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59           60           61           62           63           64           65
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (idele) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Gotudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Shimoyamasato pfl Onikohbe Ikezuki pfl Tn-C (Syotsu pfl) Tn-C (Syotsu pfl) <u>Tn-C (Syotsu pfl)</u> <u>Oga pumice tuff</u> <u>Akagi-Kanuma</u>	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Kn)           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gf (BP1)           To-Of (BP1)           To-GF           Iw-Y           Nr-Y(afa)           Nr-Y(fil)           Yk-Y           Yk-MP           Nr-N(afa)           Nr-N(pfi)           Smy           O-Ik           Tn-C	6 ka 8.6 ka 15 ka - 35-50 ka 41-63 ka - 41-60 ka 41-60 ka 90 ka 200-300 ka 200-300 ka 240-270 ka MIS8 MIS8 420 ka; MIS12 > 45 ka - -	C, ST C, OI C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST	13           14           20	Towada Yakeishi Yakeishi Yakeishi Yakeishi Narugo Narugo Narugo Narugo Narugo Narugo Onikohbe Osoreyama Toga Akagi Hata	Cassari, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori Takko, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Tengutai, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Ohata, Aomori Toei, Aomori Toei, Aomori Anden, Akita Kanuma, Tochigi	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-1) 740711-4 740710 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           57           58           59           60           61           62           63           64           65           66
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Atachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Atachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Shimoyamasato pfl Onikohbe Ikezuki pfl Tn-C (Syotsu pfl) Tn-C (pfa) Oga pumice tuff Akagi-Kanuma Hakone-Tokyo	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gf           To-GF           Iw-Y           Nr-Y(fala)           Nr-Y(fala)           Nr-Y(fala)           Nr-N(afa)           Nr-N(afa)           Smy           O-lk           Tn-C           Oga pmt           Ag-KP           Hk-TP(pfl)	6 ka 8.6 ka 15 ka - 35-50 ka 41-63 ka - 41-60 ka 90 ka 200-300 ka 240-270 ka MIS8 MIS8 420 ka; MIS12 > 45 ka 60-65 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST	13           13	Towada Narugo Yakeishi Yakeishi Yakeishi Narugo Nar	<ul> <li>Cassari, Tamagata</li> <li>Cassari, Tamagata</li> <li>Ninokura Dam, Aomori</li> <li>Kanegasawa, Aomori</li> <li>Kanegasawa, Aomori</li> <li>Kanegasawa, Aomori</li> <li>Ninokura Dam, Aomori</li> <li>Hosono, Aomori</li> <li>Hosono, Aomori</li> <li>Hachinohe, Aomori</li> <li>Takko, Aomori</li> <li>Yokosawa, Aomori</li> <li>Yokosawa, Aomori</li> <li>Yokosawa, Aomori</li> <li>Ninokura Dam, Miyagi</li> <li>Iwadeyama, Miyagi</li> <li>Iwadeyama, Miyagi</li> <li>Iwadeyama, Miyagi</li> <li>Iwadeyama, Miyagi</li> <li>Ohata, Aomori</li> <li>Ohata, Aomori</li> <li>Ohata, Aomori</li> <li>Toei, Aomori</li> <li>Anden, Akita</li> <li>Kanuma, Tochigi</li> <li>Hiratsuka, Kanagawa</li> </ul>	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4-① 807-3-2 907-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59           60           61           62           63           64           65           66           67
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Gofudo Towada-Gofu	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Ut)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gr (BP1)           To-Gf           To-GF           Vr-Y(afa)           Nr-Y(pfl)           Yk-Y           Yk-Y           Yk-Y           Smy           O-Ik           Tn-C           Tn-C           Tn-C           Hk-TP(pfl)           Hk-TP(pfl)	6 ka 8.6 ka 15 ka 15 ka - 32 ka - 35-50 ka 41-63 ka 41-60 ka 90 ka 200-300 ka 240-270 ka MIS8 MIS8 MIS8 420 ka; MIS12 > 45 ka 60-65 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST	13           13	Towada Yakeishi Yakeishi Yakeishi Yakeishi Yakeishi Narugo Narugo Narugo Narugo Onikohbe Osoreyama Osoreyama Osoreyama Toga Akagi Hakone Hakone	Vassari, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Ohata, Aomori Ohata, Aomori Toei, Aomori Toei, Aomori Anden, Akita Kanuma, Tochigi Hiratsuka, Kanagawa Hiratsuka, Kanagawa	Machida Machida Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4 740710 807-3-2	38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59           60           61           62           63           64           65           66           67           68
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Nambu Hachinohe Pumice (idue) Hachinohe Pumice (idue) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl lower) Towada-Gofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Shimoyamasato pfl Onikohbe Ikezuki pfl Tn-C (Syotsu pfl) Tn-C (Syotsu pfl) Tn-C (Syotsu pfl) Tn-C (Syotsu pfl) Makone-Tokyo Tateyama E	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (WI)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gr (BP1)           To-Gf (BP1)           To-Gf (BP1)           To-Gf (BP1)           To-Gf (BP1)           To-Gf (BP1)           Sold (BP1)           To-Gf (BP1)           To-Gf (BP1)           Sold (BP1)           To-Gf (BP1)           Sold (BP1)           To-Gf (BP1)           To-H           Smy           O-Ik           Tn-C           Tn-C           Og pmt           Ag-KP           Hk-TP(pfa)           Ht-E	6 ka 8.6 ka 15 ka - 35-50 ka 41-63 ka - 41-60 ka 90 ka 200-300 ka 200-300 ka 200-300 ka 240-270 ka MIS8 MIS8 420 ka; MIS12 > 45 ka 60-65 ka 60-75 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST	13           14           20           21           22	Towada Yakeishi Yakeishi Yakeishi Narugo Nar	<ul> <li>Cassari, Tamagata</li> <li>Ninokura Dam, Aomori</li> <li>Kanegasawa, Aomori</li> <li>Kanegasawa, Aomori</li> <li>Kanegasawa, Aomori</li> <li>Ninokura Dam, Aomori</li> <li>Hosono, Aomori</li> <li>Hosono, Aomori</li> <li>Hosono, Aomori</li> <li>Takko, Aomori</li> <li>Takko, Aomori</li> <li>Yokosawa, Aomori</li> <li>Yokosawa, Aomori</li> <li>Yokosawa, Aomori</li> <li>Yokosawa, Aomori</li> <li>Yokosawa, Aomori</li> <li>Ninokura Dam, Aomori</li> <li>Tengutai, Aomori</li> <li>Kouma, Iwate</li> <li>Iwadeyama, Miyagi</li> <li>Ohata, Aomori</li> <li>Ohata, Aomori</li> <li>Ohata, Aomori</li> <li>Toei, Aomori</li> <li>Anden, Akita</li> <li>Kanuma, Tochigi</li> <li>Hiratsuka, Kanagawa</li> <li>Huratsuka, Kanagawa</li> <li>Murodo, Toyama</li> </ul>	Machida Kariya Kariya Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-(1) 740711-4 740710 807-3-2	38           38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59           60           61           62           63           64           65           66           67           68           69
Towada-Chuseri Towada-Chuseri (Chuseri Pumice) Towada-Chuseri (Kanegasawa Pumice) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Towada-Chuseri (Utarube ash) Hachinohe Pumice (middle) Hachinohe Pumice (lower) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl top) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl toper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Hachinohe (Hachinohe pfl upper) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo (Biscuit 1) Towada-Oofudo Iwate-Yukiura Narugo-Yanagisawa Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Yakeishi-Yamagata Narugo-Nisaka Narugo-Nisaka Shimoyamasato pfl Onikohbe Ikezuki pfl Tn-C (Syotsu pfl) Tn-C (Syotsu pfl) Tn-C (pfa) Oga pumice tuff Akagi-Kanuma Hakone-Tokyo Tateyama E Ontake-Daiichi Pumice	To-Cu           To-Cu (Cu)           To-Cu (Kn)           To-Cu (Wt)           To-Nb           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-H           To-Gf           To-GF           Iw-Y           Nr-Y(afa)           Nr-Y(afa)           Nr-N(pfl)           Yk-Y           Yk-MP           Nr-N(afa)           Nr-N(afa)           Nr-N(pfl)           Smy           O-lk           Tn-A           Tn-C           Oga pmt           Ag-KP           Hk-TP(pfl)           Hk-TP(pfl)	6 ka 8.6 ka 15 ka - - 32 ka - - 35-50 ka 41-63 ka - 41-60 ka 90 ka 200-300 ka 200-300 ka 240-270 ka MIS8 MIS8 420 ka; MIS12 > 45 ka 60-65 ka 100 ka 100 ka	C, ST C, OI C, OI C, OI C, OI C, ST TL, FT ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST	13           13	Towada Narugo Naruga Na	Vassari, Tamagata Ninokura Dam, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Kanegasawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Hosono, Aomori Hosono, Aomori Hachinohe, Aomori Takko, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Yokosawa, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Ninokura Dam, Aomori Kouma, Iwate Iwadeyama, Miyagi Iwadeyama, Miyagi Ohata, Aomori Ohata, Aomori Toei, Aomori Anden, Akita Kanuma, Tochigi Hiratsuka, Kanagawa Hiratsuka, Kanagawa Murodo, Toyama Oyama, Shizuoka	Machida Kariya Kariya Kariya Machida Machida Machida Machida Machida Machida Machida Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki Aoki	807-8'-4 740711-4-① 740711-4-① 807-3-2 907-3-2	38           38           39           40           41           42           43           44           45           46           47           48           49           50           51           52           53           54           55           56           57           58           59           60           61           62           63           64           65           66           67           68           69           70

第1表	つづき.
Table 1	Continued.

(1)	(2)	(3) Age	9		(4) Volcano	(5)	(6) collected	(7)	(8) Sample
Marker-tephra name	abbreviation	Age	Method	#	Name	Locality	by	M#	ID
Baegdusan-Tomakomai	B-Tm	AD 10th cent.	ST, V, H	31	Baegdusan	Tomakomai, Hokkaido	Machida	809-6	72
Kikai-Akahoya	K-Ah	7.3 ka	C,V	30	Kikai	Kirishima, Kagoshima	Aoki		73
Aira-Tanzawa	AT	26-29 ka	С	28	Aira	Tateyama, Toyama	Ito		74
Aso-4	Aso-4	85-90 ka	KA, OI	26	Aso	Uenohara, Yamanashi	Aoki		75
Aso-4	Aso-4			26	Aso	Onnenai, Hokkaido	Aoki		76
Kikai-Tozurahara	K-Tz	95 ka	ST, FT	30	Kikai	Tozurahra, Kanagawa	Machida	MJA0278	77
Ata pfl	Ata	105-110 ka	ST,FT, KA	29	Ata	Toma, Kumamoto	Machida		78
Ata pfl	Ata			29	Ata	Haruyamabaru, Kagoshima	Aoki		79
Sambe Kisuki	SK	110-115 ka	ST	24	Sambe	Kodamata, Tottori	Machida	02,4-4	80
Sambe Kisuki	SK			24	Sambe	Kisuki, Shimane	Machida	MJA0173	81
Sambe Kisuki	SK			24	Sambe	Shinjyo, Yamagata	Aoki		82
Aso-3	Aso-3'	100-110 ka	ST	26	Aso	Takano, Nagano	Machida	MJA0213	83
Ata-Torihama	Ata-Th	240 ka	FT, OI	29	Ata	Onejime, Kagoshima	Suzuki		84
Aso-1	Aso-1	260-270 ka	KA, OI	26	Aso	Anden, Akita	Machida	MJB0417	85
Kakuto	Kkt	330-340 ka	KA, ST	27	Kakuto	Niu, Oita	Machida	MJB0027	86
Yabu 1	Yb-1	MIS9	ST	22	Hida Mountains	Kisarazu, Chiba	Aoki		87
Takayama-Ng1	Tky-Ng1	290-300 ka	ST	22	Hida Mountains	Negoya, Shizuoka	Machida	912-7	88
<u>TE-5</u>	TE-5	350 ka; MIS11-10	ST	22	Hida Mountains	Kisarazu, Chiba	Aoki		89
<u>TE-5</u>	TE-5			22	Hida Mountains	Kamosawa, Kanagawa	Machida	MJB0320	90
<u>Ks-5</u>	Ks-5	MIS12	ST	-	unknown	Nagatsuka, Chiba	Machida	No.655	91
Kobayashi-Kasamori	Kb-Ks(Ks-11)	520-530 ka	ST, OI, FT	27	Kobayashi/ Kakuto	Mobara, Chiba	Machida	No.674	92
Shishimuta-Pink	Ss-Pk(O7)	1.0 Ma	KA, PM	25	Shishimuta	Misaki, Chiba	Aoki		93

(1)及び(2)指標テフラの名称とその略記号.町田・新井(2003)に基づく.WT(No.6)の名称は隅田(1988)による.Aso-3'(No.83)は 長橋ほか(2005)に基づき町田ほか(2006)で記載され,Chun et al (2004)らが報告したAso-3 (ca.133 ka)とは別のテフラとされる.(3)テフラ の噴出年代と測定法;H:文献史学,ST:層序学,C:放射性炭素法,OI:酸素同位体比編年,FT:フィッション・トラック法,TL: 熱ルミネッセンス法,ESR:電子スピン共鳴法,AA:\*\*Ar-3\*Ar法,V:年編編年法,KA:\*\*K-\*\*Ar法,PM:古地磁気層序.\*:WT(No.6) 及びApfl(No.7)の年代は曽根(1988)及び曽根ほか(1991)に基づく.(4)給源火山.#:位置は第1図に示す.(5)試料の採取地点.(6) 採取者.(7)M#:相模原市立博物館に収蔵されている試料の番号(相模原市立博物館,2003).(8)本論で使用する試料番号.

(1),(2) Marker-tephra and their abbreviations are after Machida and Arai (2003). The name and abbreviation of WT(No.6) were described by Sumita (1988). Aso-3' is described by Nagahashi *et al.*(2005) and Machida *et al.*(2006), and distinguished from Aso-3 (ca.133 ka) reported by Chun *et al.*(2004) (3) H: Historical archives, ST: Stratigraphy, C: Carbon 14 dating, OI: Oxygen isotope stratigraphy, FT: Fission track dating, TL: Thermoluminescence dating, ESR: Electron spin resonance dating, AA:<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar dating, V: Varve chronology, KA: <sup>40</sup>K-<sup>40</sup>Ar dating, PM: Paleomagnetic stratigraphy. \*: Eruptive ages of WT(No.6) and A pfl(No.7) were reported by Sone (1988) and Sone (1991). (4) Source volcanoes. (5) Locality. (6) Collector. (7) M# corresponds to sample ID of tephra archives in the Sagamihara City Museum (Sagamihara City Museum, 2003). (8) Sample ID used in this paper.

て,これをワーキングスタンダードとし,その一部を 第6表にまとめた.長橋ほか(2003)によると,これま でに公開されているATのEPMAによる分析値はおおむ ね以下のような範囲をとる.SiO<sub>2</sub>が77.4~79.0 wt.%, TiO<sub>2</sub>が0.09~0.15 wt.%,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が11.9~12.5 wt.%, FeO<sup>\*</sup>が1.14~1.28 wt.%,MnOが0.03~0.05 wt.%, MgOが0.11~0.15 wt.%,CaOが0.98~1.14 wt.%, Na<sub>2</sub>Oが3.0~3.6 wt.%,K<sub>2</sub>Oが3.1~3.6 wt.%である.第 6表に示したワーキングスタンダードとして分析した ATの分析値は,北海道大学と産業技術総合研究所両方 のものが,長橋ほか(2003)でコンパイルされたAT分 析値の誤差範囲にほぼ収まっている.

#### 3. 模式地のテフラの火山ガラスの主元素組成

分析結果は、各テフラの主元素組成の平均値と標準 偏差をまとめて第2表 - 第5表に示す.またそれらから K<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub>図を作成した(第2a図 - 第2m図).第2a図に は第2b図 - 第2m図を総合して示した.

## 3.1 北海道地方の火山起源のテフラ(No.1~No.34; 第1表)

北海道地方には、東北日本弧から千島列島につなが る火山フロントに沿って活動度の高い第四紀火山が数 多く存在する.本地域におけるテフラの中で、最終間 氷期以降にテフラを広域に飛散させているか、もしく は大規模な火砕流堆積物を発生させる活動があった火 山は、樽前山、駒ケ岳、濁川カルデラ、恵庭山、摩周 カルデラ、アトサヌプリ火山、御鉢平カルデラ、支笏 カルデラ、クッタラカルデラ、洞爺カルデラ、銭亀火 山、屈斜路カルデラの12火山である.この中で、銭亀 火山起源の銭亀女那川テフラについては、模式地にお ける試料の風化が著しいため主元素分析に適した火山 ガラス試料を得ることができなかった。第1図では銭亀 火山を除いた11火山(No.1~No.11)の位置を示した.

また,先最終間氷期の屈斜路カルデラと阿寒カルデ ラ起源の複数の大規模火砕流堆積物についても,同時 に発生した火山灰は北海道東方沖もしくはオホーツク 海に降下した可能性があるため,分析対象とした.第



第1図 分析したテフラの給源火山.

1:摩周カルデラ・アトサヌプリ火山,2:屈斜路カルデラ,3:阿寒カルデラ,4:御鉢平カルデラ,5:樽前山,6: 恵庭山,7:支笏カルデラ,8:クッタラカルデラ,9:洞爺カルデラ,10:濁川カルデラ,11:駒ケ岳,12:恐山,13: 十和田カルデラ,14:戸賀湾,15:岩手山,16:焼石岳,17:鳴子カルデラ,18:鬼首カルデラ,19:沼沢カルデラ, 20:赤城山,21:箱根カルデラ,22:立山/飛騨山脈,23:木曽御嶽,24:三瓶山,25:猪牟田カルデラ,26:阿蘇カル デラ,27:加久藤カルデラ,28:姶良カルデラ,29:阿多カルデラ,30:鬼界カルデラ,31:白頭山

Fig. 1 Location of source volcanoes which provided widespread tephra reported in this study.
1:Mashu C. and Mt. Atosanupuri, 2:Kutcharo C., 3:Akan C., 4:Daisetsu-Ohachidaira, 5:Mt. Tarumai, 6: Mt. Eniwa, 7:Shikotsu C., 8:Kuttara C., 9:Toya C., 10:Nigorikawa C., 11:Mt. Komagatake, 12:Mt. Osore., 13:Towada C., 14:Toga bay., 15:Mt. Iwate, 16:Mt. Yakeishi, 17:Narugo C., 18:Onikobe C., 19:Numasawa C., 20:Mt. Akagi, 21:Hakone C., 22:Mt. Tateyama, 23:Mt. Ontake, 24:Mt. Sambe, 25:Shishimuta C., 26:Aso C., 27:Kakuto C., 28:Aira C., 29:Ata C., 30:Kikai C., 31:Mt. Baegdusan (C, caldera; Mt, mountain)

1表におけるNo.1~No.34が分析したテフラ試料で,その主元素組成の平均値と標準偏差を第2表にまとめた. 第2a図上の塗りつぶした部分が北海道の火山起源のテフラの分析結果で,個別のデータは第2b図,第2c図, 第2d図,第2e図にそれぞれ示してある.また,大雪御 鉢平テフラ(No.10,No.11;第1表)については,その 主元素組成の特徴が良く似ている日本海沿岸の火山の テフラと一緒に第2m図に示した(第2a図の斜線部分).

### 3.2 東北地方の火山起源のテフラ(No.35~No.65; 第1表)

東北地方には爆発的な噴火を繰り返した第四紀火山 が多く存在しているため、従来から最終間氷期以降の テフラについて詳細に研究されてきた. 十和田カルデ ラ、岩手山、焼石岳、鳴子カルデラは爆発的な噴火を 繰り返し、東北地方に広くテフラを飛散させている. なお本データベースでは、可能な限り火砕流堆積物と 降下軽石を分けてある.

また,先最終間氷期には恐山,八甲田カルデラ,戸 賀湾及び鬼首カルデラは複数の大規模な火砕流堆積物 を噴出した.これらの火砕流堆積物と同時の降下テフ ラは,今後,陸域のみならず北西太平洋及び日本海の 海底堆積物中から発見される可能性があるため,分析 対象とした.ただし,この中で八甲田カルデラ起源の 火砕流堆積物からは主元素分析に適した火山ガラスを 得ることができなかった.

給源火山は,第1図のNo.12~No.18の7火山である. 分析したNo.35~No.65(第1表)のテフラのうち,十 和田カルデラ起源であるNo.35~No.51の分析結果を第 3a表に,その他の火山起源のテフラであるNo.52~ No.65の分析結果を第3b表にまとめて示した.第2a図 上の白色の部分がこれらの分析結果で,個別のデータ は第2f図,第2g図,第2h図,第2i図に示す.また,男 鹿パミスタフ(No.65;第1表)については,第2m図 に示した(第2a図の斜線部分).

# 3.3 関東及び中部地方の火山起源のテフラ(No.66 ~ No.71; 第1表)

関東地方では赤城山及び箱根カルデラ起源のテフラ, 更に沼沢カルデラ(No.19;第1図)起源とされる沼沢 田頭テフラ(No.71;第1表,鈴木,1993;1999)を対象 とした.沼沢田頭テフラの分布は,北関東に及んでお り(鈴木,1993),ガラスの主元素組成もアルカリに富 み(Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O;7.64 wt.%),苦鉄質成分に乏しいと いう特徴が,東北地方の多くのテフラと異なっている. また中部地方では,飛騨山脈立山起源のプリニアン噴 火による噴出物である立山Eテフラと,木曾御嶽起源 の御岳第1テフラを記載した.

給源火山は,第1図のNo.19~No.23である.第1表 におけるNo.66~No.71が分析したテフラ試料で,その 主元素組成の平均値と標準偏差を第4表にまとめた.第 2a図の格子の部分が関東及び中部地方の火山起源のテ フラで,個別のデータは第2j図に示す.立山Eテフラ (No.69;第1表)については,その主元素組成の特徴 の類似性から第2m図に示した(第2a図の斜線部分).

#### 3.4 広域テフラ (No.72~No.93; 第1表)

No.72~No.93は日本列島の陸上及び周辺海域で広く 見つかっており、広域テフラとして一般的に認知され ているテフラである(町田・新井,2003). それらは九 州の大カルデラ群のほか、山陰の三瓶山、白頭山など に起源するものを含む. 個々の試料は給源火山近くよ りも、やや遠く離れた地点で保存のよいものを対象に した. これは、火山ガラスが多い試料のほうが分析値 の集中度が良く、広域対比する上で標準になるためで ある. また、日本全国の中・前期更新世の海成層に介在している淘汰の良いガラス質テフラには、広域テフラとして対比が可能なものが多い。本データベースではNo.87~No.93の7試料について分析した結果を示す。

給源火山は,第1図の8火山(No.24~No.31)であ る.第1表のテフラ試料No.72~No.93の主元素組成の 平均値と標準偏差を第5表にまとめた.第2a図の縦線 の領域が九州地方の火山を起源とするテフラの値で, 横線の領域は白頭山苫小牧テフラと三瓶木次テフラで ある.個別のデータは第2k図及び第21図に示す.更に 中期更新世のテフラであるYb-1,Tky-Ng1テフラそし てTE-5 (No.87~No.90;第1表)については第2m図 に示した(第2a図の斜線部分).

#### 4.考察

従来,火山ガラスの主元素組成からテフラを類別す るために、2ないし3成分を指標としてその量比を図示 することが多い(例えばFe-Ti-Mg, FeO-CaO-K2O, TiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>-MgO, TiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O関係など). ここでは K<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub>図により検討する(第2a図 - 第2m図). TiO<sub>2</sub> とK<sub>2</sub>Oを選択した理由は、両成分とも他の成分より分 布領域が広いためである、ここで、本論で分析した93 テフラの火山ガラスの主元素組成の平均値の度数分布 を示し(第3図)、この度数分布を元に分析値の傾向に ついてまとめておきたい.まず,本論で示した9種類の 主元素組成の中で最も含有量が多いのはSiO<sub>2</sub>(68.55 wt% ~79.67 wt%) で,次いでAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が多い(11.65 wt% ~ 15.72 wt%). SiO<sub>2</sub>の各テフラの平均値は全体の73 % が76.0 wt.%~80.0 wt.%の範囲に収まり、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>につい ては54%が12.0 wt.%~13.0 wt.%の範囲に収まる.標 準誤差 (std.error) は 0.04 wt.%~0.85 wt.% (SiO<sub>2</sub>) と 0.03 wt.%~0.34 wt.% (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) となり、ガラス毎の分 析値の集中度が良いテフラと分散が大きいテフラが存 在することが分かる.

アルカリ金属元素のNa<sub>2</sub>Oについては89%のテフラが 3.0 wt.%~4.5 wt.%に収まり45%のテフラが3.5 wt.%~ 4.0 wt.%に集中する.標準誤差は最大で0.29 wt.%で平 均値は0.05 wt.%になる.K<sub>2</sub>Oについては1.0 wt.%~3.0 wt.%に68%のテフラが集中し,標準誤差は最大で0.21 wt.%で平均値が0.03 wt.%になる.

FeO\*については86%のテフラが0.5 wt.%~2.5 wt.% の範囲に収まり,特に30%は1.5 wt.%~2.0 wt.%に集 中する.標準誤差は最大で0.21 wt.%で平均値は0.05 wt.%である.MgOは0 wt.%~0.4 wt.%に76%のテフラ が集中し,標準誤差は最大で0.16 wt.%で平均値は0.01 wt.%になる.CaOは1.0 wt.%~2.0 wt.%の範囲に54% のテフラが集中し,標準誤差は最大で0.21 wt.%で平均 値は0.04 wt.%となる. 第2表 北海道の火山起源テフラの火山ガラスの主元素組成.

 Table 2
 Glass shard major element compositions of tephra erupted from volcanoes in the Hokkaido district.

Sample ID	Tephra name		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	Total**	Lab.
1	Ta-a	76.87 0.7	0.33	12.83 0.4	1.80 0.2	0.06	0.32	1.91 0.2	3.40 0.1	2.48 0.1	21	97.91 1.6	н
2	Ko-c <sub>2</sub>	77.05 0.3	0.43 0.1	12.15 0.2	2.14 0.2	0.08 0.0	0.41	2.09 0.1	3.68 0.2	1.96 0.4	8	98.72 1.5	Н
3	Ma-b	75.49 1.0	0.63 0.1	13.38 0.2	2.78 0.1	0.12	0.64	2.82 0.1	3.34 1.1	0.81 0.0	14	98.38 1.1	н
4	Ma-f	73.44 1.3	0.65 0.1	13.80 0.6	3.39 0.2	0.15 0.0	0.83 0.3	3.16 0.4	3.79 0.2	0.80 0.1	4	97.76 2.3	Н
5	Ng (pfl)	78.47 0.2	0.17 0.0	12.19 0.1	1.17 0.1	0.08 0.0	0.23 0.0	1.55 0.1	3.33 0.1	2.82 0.1	23	95.05 0.9	Н
6	WT (u)	76.36 2.1	0.35 0.1	13.55 1.6	1.45 0.4	0.10 0.0	0.31 0.1	1.71 0.6	4.04 0.3	2.14 0.3	22	96.28 1.6	н
	WT (m)	76.39 0.7	0.37 0.1	13.38 0.3	1.63 0.2	0.08 0.0	0.35 0.1	1.68 0.1	4.06 0.2	2.06 0.1	28	97.07 1.8	н
	WT (I)	76.81 0.5	0.36 0.0	13.28 0.2	1.53 0.1	0.09 0.0	0.32 0.0	1.59 0.1	3.89 0.2	2.12 0.1	27	95.38 1.6	н
7	A pfl	75.19 0.4	0.51 0.0	13.63 0.2	2.01 0.1	0.10 0.0	0.46 0.0	2.04 0.1	3.98 0.1	2.06 0.0	30	97.75 1.4	н
8	En-a	76.22 0.6	0.31 0.1	13.10 0.4	1.83 0.1	0.06 0.1	0.34 0.0	2.05 0.3	3.58 0.1	2.51 0.1	12	97.01 1.2	G
9	YmP	72.07 1.1	0.63 0.1	14.87 0.4	3.15 0.4	0.16 0.0	0.90 0.1	3.60 0.3	4.03 0.1	0.59 0.0	11	97.28 2.1	Н
10	D-Oh (pfa)	78.45 0.4	0.21 0.0	11.94 0.2	0.88 0.3	0.04	0.15 0.0	0.93 0.1	2.59 0.1	4.82 0.1	20	97.4 1.3	Н
11	D-Oh (pfa)	78.63 0.3	0.18 0.0	11.78 0.2	1.05 0.1	0.04	0.13 0.0	0.82 0.0	2.75 0.1	4.61 0.1	15	95.5 2.1	Н
12	Kc-Sr	78.52 0.4	0.26 0.0	12.14 0.2	1.33 0.1	0.07	0.25 0.0	1.34 0.1	3.69 0.1	2.40 0.1	21	97.85 1.2	Н
13	Spfl	78.56 0.5	0.15 0.0	12.45 0.3	1.37 0.1	0.05 0.0	0.13 0.0	1.23 0.1	3.41 0.1	2.64 0.1	21	98.10 2.0	Н
14	Spfa-1	77.99 0.5	0.15 0.0	12.53 0.2	1.47 0.1	0.08 0.0	0.13 0.0	1.30 0.0	3.78 0.2	2.58 0.1	23	93.03 1.4	Н
15	Spfa-1	78.55 0.3	0.14 0.0	12.16 0.1	1.69 0.1	0.04	0.13 0.0	1.18 0.0	3.69 0.2	2.42 0.1	16	97.63 1.4	Н
16	Kt-1	78.57 0.4	0.17 0.0	12.10 0.3	1.50 0.1	0.06 0.1	0.17 0.0	1.36 0.0	3.47 0.2	2.59 0.1	16	98.38 1.5	Н
17	Kt-2	76.80 1.3	0.30 0.1	12.75 0.5	2.31 0.4	0.07 0.0	0.33 0.1	2.20 0.4	3.62 0.1	1.62 0.1	14	97.19 1.7	Н
18	Kt-3	76.32 0.7	0.37 0.1	12.60 0.2	3.27 0.1	0.10 0.0	0.43 0.0	2.77 0.1	2.69 0.5	1.46 0.1	13	95.71 1.8	G
19	Kt-4	76.50 0.2	0.34 0.1	12.76 0.1	2.39 0.1	0.06 0.1	0.37 0.0	2.34 0.1	3.56 0.1	1.68 0.1	14	96.16 2.1	G
20	Kt-5	76.54 0.3	0.29 0.0	12.29 0.2	2.73 0.1	0.07 0.0	0.36 0.0	2.43 0.1	3.82 0.1	1.46 0.1	12	96.71 1.3	G
21	Kt-6	76.41 0.8	0.28 0.1	13.07 0.3	2.33 0.4	0.08 0.1	0.33 0.1	2.36 0.3	3.62 0.2	1.52 0.2	26	97.20 1.8	G
22	Kt-7	76.63 1.1	0.31 0.1	13.01 0.4	2.19 0.5	0.10 0.1	0.39 0.1	2.40 0.6	3.60 0.2	1.36 0.4	23	95.55 0.9	G
23	Kt-8	77.56 0.6	0.25 0.1	12.84 0.2	2.21 0.2	0.07 0.1	0.38 0.1	2.38 0.2	3.14 0.3	1.17 0.2	12	93.73 1.7	G
24	Kc-2/3 (pfl)	77.54 1.9	0.35 0.2	12.67 0.5	1.81 0.7	0.08 0.0	0.32 0.2	1.63 0.5	3.77 0.2	1.83 0.1	18	96.56 1.1	Н
25	Тоуа	79.06 0.2	0.05 0.0	12.44 0.2	0.88 0.1	0.10 0.0	0.03	0.33 0.0	4.30 0.1	2.80 0.1	14	94.22 1.4	Н
26	Тоуа	78.52 0.3	0.04 0.0	12.67 0.2	0.90 0.1	0.10 0.1	0.03	0.33 0.0	4.49 0.1	2.92 0.1	11	93.35 1.0	Н
		!										to be cor	ntinued

第2表 つづき. Table 2 Continued.

		_											
Sample ID	Tephra name	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	$Al_2O_3$	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na₂O	K₂O	n	Total**	Lab.
27	Kc-Hb	78.32	0.33	12.07	1.49	0.11	0.23	1.29	4.14	2.02	17	97.95	н
	(pfl)	0.5	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1		1.6	
28	Kc-5	76.06	0.28	13.25	2.18	0.04	0.37	1.66	4.23	1.92	12	94.32	Н
	(pfl)	0.3	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1		1.3	
29	Kc-6	77.18	0.21	12.88	1.71	0.05	0.29	1.44	4.04	2.19	19	94.36	Н
	(pfl)	0.5	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1		0.9	
30	Kc-7	73.66	0.42	14.01	2.87	0.10	0.62	2.16	4.27	1.90	20	94.11	Н
	(pfl)	1.1	0.1	0.3	0.5	0.0	0.2	0.3	0.1	0.1		1.5	
31	Kc-8	77.89	0.19	12.34	1.57	0.06	0.24	1.27	3.82	2.62	20	93.95	Н
	(pfl)	0.4	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1		1.1	
32	AUP	77.05	0.25	12.55	2.02	0.03	0.25	1.42	3.70	2.73	19	95.11	Н
	(pfl)	0.4	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1		1.4	
33	AWT	74.30	0.31	13.14	3.75	0.07	0.28	1.77	3.58	2.80	17	93.98	Н
	(pfl)	1.1	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0	0.2	0.6	0.1		1.7	
34	ALP	73.45	0.42	13.81	3.43	0.09	0.57	2.23	4.35	1.66	17	94.57	Н
	(pfl)	0.5	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1		1.2	

分析機関(Lab):Hは北海道大学工学部,Gは産業技術総合研究所.上段が平均値で下段に 標準偏差を示した.分析条件は電子ビーム径10 μm,加速電圧15 kV,電流値10 nA.FeO\* は全てFeOとして算出されている.測定値は,水を除いて100 wt.%になるように再計算を した平均値である.Total\*\*は水を除く前の主元素組成の合計である.

Lab. Abbreviations ; H, Hokkaido University,; G, Geological Survey of Japan, AIST. Compositions of volcanic glass shards from 125-250  $\mu$ m size fraction in the layers were analyzed with a wavelength dispersive Electron Probe Micro-analyzer (JXA-8900R, JEOL Ćo., Japan, Geological Survey of Japan, AIST) operated at 15 kV and using a 10 nA beam current and a 10  $\mu$ m beam diameter. Total iron (FeO\*) is calculated as FeO. Analyses were recalculated to 100% on a water-free basis and presented as a mean and standard deviation on n particles of glass shards. Total\*\* is raw data (before recalculated).





Fig. 2a Compilation of K<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub> diagrams of glass shards in the Quaternary marker-tephra layers in Japan from Figs. 2b-2m.

 
 Table 3a
 Glass shard major element compositions of tephra erupted from Towada volcano in the Tohoku district.

$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Sample	ID Tephra name	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MaO	CaO	Na₂O	K₂O n	Total**	Lab.
1.1         1.0         0.7         0.0         0.4         0.2         0.0         0.1         0.2         0.1         0.1         1.1         1.4           36         To-a         77.69         0.8         12.74         1.66         0.09         0.35         1.80         3.99         1.31         8         98.53         H           37         To-a         76.17         0.42         1.81         1.90         0.08         1.99         0.40         1.56         18         92.289           38         To-Cu         75.36         0.43         1.365         2.35         0.11         0.52         2.35         0.11         0.01         0.1	35	То-а	77.75	0.36	12.73	1.62	0.09	0.38	1.81	3.90	1.37 19	98.41	Н
36         To-a         77.69         0.3         0.1         0.0         0.0         0.0         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1           37         To-a         76.17         0.42         1.84         1.89         0.09         0.38         1.99         4.08         1.56         18         92.89         H           38         To-Cu         76.36         0.43         13.65         2.35         0.11         0.1         1.22         11         98.38         H           39         To-Cu         76.36         0.43         13.65         2.36         0.11         0.1         1.1         1.1         H           40         To-Cu (Kn)         74.89         0.47         13.97         2.26         0.10         0.54         2.48         3.96         1.31         37         3.71         H           41         To-Cu (Kn)         74.48         0.49         14.09         2.37         0.99         0.55         2.56         4.03         1.34         26         93.32         H           41         To-H         76.81         0.44         1.275         0.06         0.60         1.01         1.02         0.1			0.7	0.0	0.4	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	14	
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$			0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1		
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	36	То-а	77 69	0.36	12 74	1 66	0.09	0.35	1.80	3.99	1.31 8	98.53	н
37         To-a         76.1         0.6         0.6         0.6         0.7         0.1         0.6         0.6         0.7         0.1         1.1         0.0         0.0         0.0         0.1         0.1         0.1         1.1         1.4         1.0         0.0         0.0         0.1         0.1         0.1         1.1         1.4           40         To-Cu (Kn)         74.86         0.47         13.41         2.75         0.06         0.60         2.70         3.81         1.23         5         101.98         1.1         0.1         1.0         1.1         0.1	00	10 0	0.6	0.00	03	0.1	0.00	0.00	0.1	0.00	0.0	13	
37         To-a         76.17         0.42         13.41         1.89         0.09         0.38         1.99         4.08         1.56         18         92.89         H           38         To-Cu         75.36         0.43         13.65         2.35         0.11         0.52         2.35         4.01         1.22         11         98.38         H           39         To-Cu (Cu)         74.89         0.47         13.97         2.26         0.10         0.54         2.48         3.98         1.31         90         93.95         H           40         To-Cu (Kn)         74.86         0.47         14.00         2.27         0.09         0.55         2.56         4.03         1.34         28         93.92         H           41         To-Cu (Ul)         74.48         0.49         14.09         2.37         0.09         0.55         2.56         4.03         1.34         28         93.32         H           42         To-Nb         74.98         0.47         1.341         2.75         0.66         0.60         2.70         3.81         1.23         5         101.98         H           43         To-H         76.61			0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	1.0	
ON         Form         F	37	To-a	76 17	0.42	13.41	1.89	0.09	0.38	1 99	4.08	1 56 18	92.89	н
38         To-Cu         75.36         0.43         13.85         2.35         0.11         0.52         2.35         4.01         1.2.1         11.1           39         To-Cu         75.36         0.43         13.85         2.35         0.11         0.52         2.35         4.01         1.2.1         1.8         H           39         To-Cu (Cu)         74.86         0.47         13.97         2.26         0.10         0.54         2.48         3.96         1.31         90         93.95         H           40         To-Cu (Kn)         74.86         0.49         14.09         2.27         0.09         0.55         2.56         4.03         1.34         26         33.32         H           41         To-Cu (Ut)         74.48         0.49         14.09         2.37         0.09         0.55         2.56         4.03         1.34         26         33.32         H           42         To-H         76.61         0.44         12.83         1.86         0.10         0.66         2.44         402         1.05         1.5         1.0           43         To-H         76.61         0.44         12.83         1.60         0.10	57	10-4	10.17	0.42	0.2	0.1	0.03	0.50	0.1	4.00	0.1	1 1	
38         To-Cu         75.36         0.43         13.65         2.35         0.11         0.52         2.35         4.01         1.22         11         98.38         H           39         To-Cu (Cu)         74.86         0.47         13.97         2.26         0.10         0.54         2.48         3.96         1.31         39         93.95         H           40         To-Cu (Kn)         74.86         0.47         14.00         2.27         0.09         0.54         2.48         3.96         1.31         37         93.71         H           41         To-Cu (UI)         74.48         0.49         14.00         2.37         0.09         0.55         2.56         4.03         1.34         26         33.32         H           41         To-H         76.61         0.44         12.83         1.86         0.10         0.66         2.70         3.81         1.22         5         98.23         H           43         To-H         76.61         0.44         12.24         1.61         0.11         0.2         0.3         0.1         0.1         0.1         1.1         1.1         1.2         1.5         97.20         1.5         1.5			0.5	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.1	
35         10-Cu         73.36         0.43         13.05         2.33         0.11         0.22         2.33         4.01         12.24         1.16         9         5.36         H           39         To-Cu (Cu)         74.86         0.47         13.97         2.26         0.10         0.1 <td>20</td> <td>Ta Cu</td> <td>75.26</td> <td>0.42</td> <td>12.65</td> <td>2.25</td> <td>0.11</td> <td>0.52</td> <td>2.25</td> <td>4.01</td> <td>1 00 11</td> <td>00.20</td> <td></td>	20	Ta Cu	75.26	0.42	12.65	2.25	0.11	0.52	2.25	4.01	1 00 11	00.20	
-         0.6         0.0         0.3         0.2         0.0         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1           39         To-Cu (Cu)         74.86         0.47         13.97         2.26         0.10         0.54         2.48         3.96         1.31<37	38	10-Cu	/5.30	0.43	13.05	2.35	0.11	0.52	2.35	4.01	1.22 11	98.38	
39         To-Cu (Cu)         74.89         0.47         13.97         2.26         0.10         0.54         2.48         3.98         1.31         90         93.95         1.4           40         To-Cu (Kn)         74.86         0.47         14.00         2.27         0.09         0.54         2.49         3.96         1.31         37         93.71         1           41         To-Cu (Ut)         74.86         0.47         13.41         2.75         0.09         0.55         2.56         4.03         13.42         6         93.32         1         1.0	-		0.6	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	1.6	
39         16-Cu (Cu)         74.89         0.47         73.97         22.8         0.10         0.54         2.48         3.98         1.31         31         93         31.4           40         To-Cu (Kn)         74.86         0.47         14.00         2.27         0.09         0.54         2.48         3.98         1.31         37         93.71         H           41         To-Cu (Ut)         74.88         0.49         14.09         2.37         0.09         0.55         2.56         4.03         1.34         26         93.32         H           41         To-Cu (Ut)         74.48         0.47         13.41         2.75         0.06         0.60         2.70         3.81         1.23         5         10.9           42         To-Nb         74.88         0.47         13.41         2.75         0.06         0.60         2.70         3.81         1.25         1.00         1.01         0.1         1.01         1.01         0.1         1.01         0.1         1.1         1.14         1.16         1.13         1.12         1.14         1.16         1.13         1.14         1.16         1.13         1.14         1.16         1.12         1.14<			74.00		10.07								
10.5         0.1         0.3         0.1         0.0         0.1         0.1         0.1         1.4           40         To-Cu (Kn)         74.86         0.47         14.00         2.27         0.09         0.54         2.49         3.96         1.31         37         93.71         H           41         To-Cu (Ut)         74.48         0.49         14.09         2.37         0.09         0.55         2.56         4.03         1.34         2.6         93.32         H           42         To-Nb         74.98         0.47         13.41         2.75         0.06         0.60         2.70         3.81         1.23         5         101.98         H           43         To-H         76.61         0.44         12.83         1.86         0.10         0.66         2.44         4.02         105 15         98.23         H           44         To-H         76.81         0.44         12.24         1.81         0.11         0.1         0.0         0.1         1.01         1.22         1.8         1.61         1.1         0.2         2.11         4.05         1.13         12         97.20         2.3         1.2         1.4         1.1	39	To-Cu (Cu)	74.89	0.47	13.97	2.26	0.10	0.54	2.48	3.98	1.31 90	93.95	н
40         To-Cu (Kn)         74.86         0.47         14.00         2.27         0.09         0.54         2.49         3.96         1.31         37         1.0           41         To-Cu (Ut)         74.48         0.49         14.09         2.37         0.09         0.55         2.56         4.03         1.34         26         93.32         H           42         To-Nb         74.98         0.47         13.41         2.75         0.06         0.00         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         1.0         1.0         0.0         0.1         0.1         0.1         0.2         0.0         0.0         0.1         0.1         0.1         0.2         0.0         1.0         1.0         0.0         0.1         0.1         0.2         0.0         1.0         1.0         1.0         1.0         1.0         0.0         0.1         0.1         0.1         0.1         1.1			0.5	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.4	
40         To-Cu (Kn)         74.86         0.47         14.00         2.27         0.09         0.54         2.49         3.96         1.31         37         93.71         H           41         To-Cu (Ut)         74.48         0.40         0.1         0.0         0.0         0.1         0.2         0.0         0.1         0.2         0.0         0.1         0.2         0.0         0.1         0.0         0.1         0.0         0.1         0.0         0.1         0.0         0.1         0.0         0.1         0.0         0.1         0.0         0.1         0.1         0.0         0.1         0.1         0.0         0.1         0.1         0.1         0.0         1.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1 </td <td></td>													
10.5         0.1         0.4         0.1         0.0         0.1         0.1         0.1         1.0           41         To-Cu (UI)         74.48         0.49         14.09         2.37         0.09         0.55         2.56         4.03         1.34 26         93.32         H           42         To-Nb         74.98         0.47         13.41         2.75         0.06         0.00         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         1.1         1.10           43         To-H         76.61         0.44         12.81         1.86         0.10         0.66         2.44         4.02         1.05 15         98.23         H           44         To-H         76.68         0.40         12.24         1.61         0.11         0.54         2.22         4.08         1.12 16         97.26         2.22           (1)         78.09         0.38         12.17         1.48         0.09         0.49         2.11         4.05         1.31 12         97.20         2.31           (2)         76.45         0.46         12.45         1.99         0.15         0.69         2.55         4.17         1.09         97.46	40	To-Cu (Kn)	74.86	0.47	14.00	2.27	0.09	0.54	2.49	3.96	1.31 37	93.71	н
41         To-Cu (Ut)         74.48         0.49         14.09         2.37         0.09         0.55         2.56         4.03         1.34         26         93.32         H           42         To-Nb         74.98         0.47         13.41         2.75         0.06         0.60         2.70         3.81         1.23         5         101.98         H           43         To-H         76.61         0.44         12.83         1.86         0.10         0.66         2.44         4.02         1.05         15         98.23         H           44         To-H         76.61         0.44         12.24         1.61         0.11         0.5         2.22         4.08         1.12         16         97.26         H           (1)         78.09         0.38         12.17         1.48         0.09         0.49         2.11         4.05         1.13         12         97.20         2.3         1.1         1.01         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         2.23         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         <			0.5	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.0	
41       To-Cu (Ut)       74.48       0.49       14.09       2.37       0.09       0.55       2.56       4.03       1.34       26       93.32       H         42       To-Nb       74.98       0.47       13.41       2.90       0.0       0.0       0.1       0.1       0.1       1.01       1.0         43       To-H       76.61       0.44       12.83       1.86       0.10       0.66       2.44       4.02       1.05       15       98.23       H         43       To-H       76.61       0.44       12.83       1.86       0.10       0.66       2.44       4.02       1.05       15       98.23       H         44       To-H       76.68       0.40       12.24       1.61       0.11       0.54       2.22       4.08       1.12       16       2.22       H         (1)       78.09       0.38       12.17       1.48       0.09       4.9       2.11       4.05       1.31       12       97.20       2.31         (2)       76.45       0.46       12.45       1.99       0.15       0.69       2.55       4.17       1.09       97.46       2.33         (2) <t< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></t<>													
42         To-Nb         74.98         0.47         13.41         2.75         0.06         0.60         2.70         3.81         1.23         5         101.98         H           43         To-H         76.48         0.44         12.83         1.86         0.1         0.0         0.1         0.1         0.2         0.0         1.05         15         98.23         H           44         To-H         76.61         0.44         12.24         1.61         0.11         0.5         2.22         4.08         1.12         16         97.26         H           44         To-H         77.68         0.40         12.24         1.61         0.11         0.5         2.12         4.08         1.12         16         97.20           (1)         78.09         0.38         12.17         1.48         0.09         0.49         2.11         4.05         1.13         12         97.20         2.23           (2)         76.45         0.46         12.45         1.99         0.15         0.69         2.55         4.17         1.09         4         97.46           (pfi, u)         1.6         0.1         0.2         0.1         0.3	41	To-Cu (Ut)	74.48	0.49	14.09	2.37	0.09	0.55	2.56	4.03	1.34 26	93.32	н
42         To-Nb         74.98         0.47         13.41         2.75         0.06         0.00         2.70         3.81         1.23         5         101.98         H           43         To-H         76.61         0.44         12.83         1.86         0.10         0.66         2.44         4.02         1.05         15         98.23         H           44         To-H         76.61         0.44         12.24         1.61         0.11         0.5         2.22         4.08         1.12         16         97.26         H           44         To-H         77.68         0.40         12.24         1.61         0.11         0.52         0.2         0.1         0.1         1.1         2.22         4.08         1.12         16         97.26         H           (1)         78.09         0.38         12.17         1.48         0.09         0.49         2.11         4.05         1.13         12         97.20         2.3           (2)         76.45         0.46         12.45         1.99         0.15         0.68         0.21         1.2         2.2         0.1         1.2         2.3           (pfl, u)         1.6			0.5	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.0	
42         To-Nb         74.98         0.47         13.41         2.75         0.06         0.60         2.70         3.81         1.23         5         101.98         H           43         To-H         76.61         0.44         12.83         1.86         0.1         0.0         0.1         0.0         0.1         0.1         0.0         1.05         15         98.23         H           44         To-H         77.68         0.40         12.24         1.61         0.11         0.54         2.22         4.08         1.12         97.26         H           (1)         78.09         0.38         12.17         1.48         0.09         0.49         2.11         4.05         1.13         12         97.20         2.3           (2)         76.45         0.46         12.45         1.99         0.15         0.69         2.55         4.17         1.09         4         97.46         2.3           (2)         76.45         0.46         12.45         1.99         0.15         0.69         2.55         4.17         1.09         4         97.46         2.3           45         To-H         77.75         0.33         12.89													
0.5         0.0         0.3         0.1         0.0         0.1         0.2         0.0         1.0           43         To-H (pfa, m)         76.61         0.44         12.83         1.86         0.10         0.66         2.44         4.02         1.05         15         98.23         H           44         To-H (pfa, l)         70.88         0.40         12.24         1.61         0.11         0.5         2.22         4.08         1.12         16         97.26         H           (1)         78.09         0.38         12.17         1.48         0.09         0.49         2.11         4.05         1.13         12         97.20         2.3           (2)         76.45         0.46         12.45         1.99         0.15         0.61         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         2.02         0.1         2.3           45         To-H (pfl, u)         77.55         0.33         12.89         1.63         0.08         0.33         1.87         3.85         1.28         21         95.93         H           (11)         78.30         0.29         12.67         1.52         0.06         0.29         1.73	42	To-Nb	74.98	0.47	13.41	2.75	0.06	0.60	2.70	3.81	1.23 5	101.98	н
43         To-H (pfa, m)         76.61         0.44         12.83         1.86         0.10         0.06         2.44         4.02         1.05         15         98.23         H           44         To-H (pfa, l)         77.68         0.40         12.24         1.61         0.11         0.54         2.22         4.08         1.12         16         97.26         H           (1)         78.09         0.38         12.17         1.48         0.09         0.49         2.11         4.05         1.13         12         97.20         2.3           (2)         76.45         0.46         12.45         1.99         0.15         0.69         2.55         4.17         1.09         4         2.3           45         To-H (pfi, u)         77.80         0.32         12.89         1.62         0.08         0.36         1.98         3.72         1.23         22         97.94         H           46         To-H (pfi, u)         77.75         0.33         12.89         1.63         0.08         0.33         1.87         3.84         1.30         1.5         2.0           (1)         78.30         0.29         1.16         0.1         0.1         0			0.5	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	1.0	
43         To-H (pfa, m)         76.61         0.44         12.83         1.86         0.10         0.66         2.44         4.02         1.05         15         98.23         H           44         To-H (pfa, l)         77.68         0.40         12.24         1.61         0.11         0.54         2.22         4.08         1.12         16         97.26         H           (1)         78.09         0.38         12.17         1.48         0.09         0.49         2.11         4.05         1.13         12         97.20         2.3           (2)         76.45         0.46         12.45         1.99         0.15         0.69         2.55         4.17         1.09         4         97.46         2.3           45         To-H (pfl, u)         77.80         0.32         12.89         1.62         0.08         0.36         1.98         3.72         1.23         22         97.94         H           46         To-H (pfl, u)         1.6         0.1         0.7         0.4         0.1         0.1         0.1         1.2         95.93         H           (2)         76.38         0.40         13.43         1.90         0.11         0.44 <td></td>													
(pfa, m)         0.5         0.1         0.3         0.2         0.1         0.0         0.1         0.1         0.0         1.5           44         To-H (pfa, l)         77.68 0.8         0.40 0.1         12.24 0.3         1.61 0.1         0.11 0.1         0.54 0.2         2.22 0.1         4.08 0.1         1.12 16 0.1         97.26 2.2         H           (1)         78.09 0.3         0.38 0.1         12.47 0.2         1.48 0.0         0.09 0.1         0.11         4.05 0.1         1.13 12 0.1         97.20 0.1         2.13 0.1         4.05 0.1         1.13 12 0.1         97.20 0.2         2.33           (2)         76.45 0.6         0.46 0.0         12.45 0.1         1.99 0.1         0.15 0.1         0.69 0.2         2.55 0.417         1.09 4 0.1         97.46 2.3           45         To-H (pfl, u)         77.75 1.6         0.32 0.1         12.89 0.1         1.62 0.1         0.80 0.33         1.87 0.3         3.85 0.4         1.28 21 0.1         95.93 0.2         H           (1)         78.30 0.5         0.29 0.1         1.51         0.06 0.0         0.29 0.1         1.33 0.1         1.1         1.9 2.0           (1)         78.30 0.2         0.4         1.90 0.11         0.44         2.22 0.1         3.88 0.1	43	To-H	76.61	0.44	12.83	1.86	0.10	0.66	2.44	4.02	1.05 15	98.23	н
44         To-H (pfa, l)         76.8         0.40         12.2         1.61         0.11         0.54         2.22         4.08         1.12         1.6         97.26         H           44         To-H (pfa, l)         78.89         0.38         0.1         0.2         0.1         0.1         0.2         0.1         0.1         0.1         0.2         0.1         0.1         0.1         0.2         0.1         1.2         0.2         0.1         1.2         0.1         1.2         0.1         1.2         0.1         1.2         0.1         1.2         0.1         1.2         0.1         1.2         0.1         1.2         0.1         1.2         0.1		(pfa, m)	0.5	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	1.5	
44         To-H (pfa, l)         77.68         0.40         12.24         1.61         0.11         0.54         2.22         4.08         1.12         16         97.26         H           (1)         78.09         0.3         0.1         0.2         0.3         0.1         0.1         0.2         0.1         0.1         0.1         0.1         2.22         4.08         1.12         16         2.22         1.0         0.1         0.2         0.2         0.1         1.2         21         97.46         2.3           45         To-H (pfl, u)         77.75         0.33         12.89         1.62         0.08         0.33         1.87         3.85         1.28         21         95.93         H		(P,)								••••			
Image: height (pfa, l)         10.8         0.1         0.2         0.0         0.1         0.2         0.1	44	To-H	77.68	0.40	12 24	1.61	0.11	0.54	2.22	4 08	1 12 16	97.26	н
(phd, f)         10.0         0.1         0		(nfa I)	0.8	0.1	0.2	03	0.1	0.01	0.2	0.1	0.1	22	
(1)         78.09         0.38         12.17         1.48         0.09         0.49         2.11         4.05         1.13         12         97.20           (2)         76.45         0.46         12.45         1.99         0.15         0.69         2.55         4.17         1.09         4         97.46           45         To-H         77.80         0.32         12.89         1.62         0.08         0.36         1.98         3.72         1.23         22         97.94         H           46         To-H         77.75         0.33         12.89         1.63         0.08         0.33         1.87         3.85         1.28         1         2.0           46         To-H         77.75         0.33         12.89         1.52         0.06         0.29         1.73         3.84         1.30         15         95.68           (1)         78.30         0.29         12.67         1.52         0.06         0.29         1.73         3.84         1.30         15         95.68           (2)         76.38         0.40         13.43         1.90         0.11         0.44         2.22         3.88         1.24         6         96.56 </td <td></td> <td>(più, i)</td> <td>0.0</td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.0</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>2.2</td> <td></td>		(più, i)	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	2.2	
(1)       76.03       0.1       0.2       0.1       0.0       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       2.3         (2)       76.45       0.46       12.45       1.99       0.15       0.69       2.55       4.17       1.09       4       2.3         45       To-H       77.80       0.32       12.89       1.62       0.08       0.36       1.98       3.72       1.23       22       97.94       H         46       To-H       77.75       0.33       12.89       1.62       0.08       0.33       1.87       3.85       1.28 21       95.93       H         46       To-H       77.75       0.33       12.89       1.62       0.06       0.29       1.73       3.84       1.30       15       95.68         (1)       78.30       0.29       12.67       1.52       0.06       0.29       1.73       3.84       1.30       15       95.68       1.99       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1 <t< td=""><td></td><td>(1)</td><td>79.00</td><td>0.38</td><td>12 17</td><td>1 / 9</td><td>0.00</td><td>0.40</td><td>2 1 1</td><td>4.05</td><td>1 12 12</td><td>07.20</td><td></td></t<>		(1)	79.00	0.38	12 17	1 / 9	0.00	0.40	2 1 1	4.05	1 12 12	07.20	
(2)       76.45       0.46       12.45       1.99       0.15       0.69       2.55       4.17       1.09       4       97.46       2.3         45       To-H       77.80       0.32       12.89       1.62       0.08       0.36       1.98       3.72       1.23       22       97.94       H         46       To-H       77.75       0.33       12.89       1.62       0.08       0.36       1.98       3.72       1.23       22       97.94       H         46       To-H       77.75       0.33       12.89       1.63       0.08       0.33       1.87       3.85       1.28       21       95.93       H         (1)       78.30       0.29       12.67       1.52       0.06       0.29       1.73       3.84       1.30       15       95.68         (1)       78.30       0.29       12.67       1.52       0.06       0.29       1.73       3.84       1.30       15       95.68       1.95       0.0       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.2		(1)	10.09	0.50	0.2	0.1	0.09	0.49	2.11	4.05	0.1	37.20	
(2)       76.45       0.46       12.45       1.99       0.15       0.69       2.55       4.17       1.09       4       97.46         45       To-H       77.80       0.32       12.89       1.62       0.08       0.36       1.98       3.72       1.23       22       97.94       1.2         46       To-H       77.75       0.33       12.89       1.63       0.08       0.33       1.87       3.85       1.28       1.2       95.93       H         (pfl, u)       1.0       0.1       0.5       0.2       0.1       0.1       0.3       0.1       0.1       0.1       2.0       95.93       H         (pfl, u)       77.75       0.33       12.89       1.63       0.08       0.33       1.87       3.84       1.30       15       95.93       H         (pfl, u)       78.30       0.29       12.67       1.52       0.06       0.29       1.73       3.84       1.30       15       95.68       95.68       96.56       2.3         (2)       76.38       0.40       13.43       1.90       0.11       0.44       2.22       3.88       1.24       6       96.56       2.3			0.5	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	2.3	
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$		(0)	70 45	0.40	10.45	1 00	0.45	0.00	0.55	4 4 7	1 00 1	07.40	
45         To-H (pfl, u)         77.80         0.32         12.89         1.62         0.08         0.36         1.98         3.72         1.23         22         97.94         H           46         To-H (pfl, u)         1.6         0.1         0.7         0.4         0.1         0.1         0.5         0.4         0.1         1.23         22         97.94         H           46         To-H (pfl, u)         77.75         0.33         12.89         1.63         0.08         0.33         1.87         3.85         1.28 21         95.93         H           (1)         78.30         0.29         12.67         1.52         0.06         0.29         1.73         3.84         1.30         15         95.68           0.5         0.0         0.4         0.1         0.0         0.1         0.1         0.1         1.1         1.9           (2)         76.38         0.40         13.43         1.90         0.11         0.44         2.22         3.88         1.24         6         96.56           0.2         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         1.1         1.4         1.4		(2)	/0.45	0.46	12.45	1.99	0.15	0.69	2.55	4.17	1.09 4	97.46	
45         To-H (pfl, u)         77.80         0.32         12.89         1.62         0.08         0.36         1.98         3.72         1.23         22         97.94         H           46         To-H (pfl, u)         1.6         0.1         0.7         0.4         0.1         0.5         0.4         0.1         1.23         22         97.94         H           46         To-H (pfl, u)         77.75         0.33         12.89         1.63         0.08         0.33         1.87         3.85         1.28         21         95.93         H           (1)         78.30         0.29         12.67         1.52         0.06         0.29         1.73         3.84         1.30         15         95.68         1.99         1.99         1.0         0.1         1.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1			0.6	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	2.3	
45       10-H       77.80       0.32       12.89       1.62       0.08       0.36       1.98       3.72       1.23       22       97.94       H         46       To-H       1.6       0.1       0.7       0.4       0.1       0.1       0.5       0.4       0.1       1.2       1.2       1.2         46       To-H       77.75       0.33       12.89       1.62       0.08       0.33       1.87       3.85       1.28       21       95.93       H         (1)       78.30       0.29       12.67       1.52       0.06       0.29       1.73       3.84       1.30       15       95.68       1.9         (2)       76.38       0.40       13.43       1.90       0.11       0.44       2.22       3.88       1.24       6       96.56         0.2       0.1       0.1       0.1       0.44       2.22       3.88       1.24       6       96.56         0.2       0.1       0.1       0.1       0.44       2.22       3.88       1.24       6       96.56         0.2       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       0.1       1.1       1.1 <td>45</td> <td><b>T</b>. 11</td> <td>77.00</td> <td>0.00</td> <td>40.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.70</td> <td>4 00 00</td> <td>07.04</td> <td><u> </u></td>	45	<b>T</b> . 11	77.00	0.00	40.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.70	4 00 00	07.04	<u> </u>
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	45	Io-H	77.80	0.32	12.89	1.62	0.08	0.36	1.98	3.72	1.23 22	97.94	н
46         To-H (pfl, u)         77.75         0.33         12.89         1.63         0.08         0.33         1.87         3.85         1.28         2         95.93         H           46         (pfl, u)         1.0         0.1         0.5         0.2         0.1         0.1         0.3         0.1         0.1         0.1         2.0         1.28         21         95.93         H           (1)         78.30         0.29         12.67         1.52         0.06         0.29         1.73         3.84         1.30         15         95.68         1.9           (2)         76.38         0.40         13.43         1.90         0.11         0.44         2.22         3.88         1.24         6         96.56         2.3           47         To-H (pfl, u)         77.61         0.33         12.89         1.56         0.09         0.33         1.84         3.96         1.38         34         97.39         H           48         To-H (pfl, l)         77.61         0.33         12.58         1.96         0.08         0.37         2.03         3.86         1.16         13         97.31         H           49         To-Of (BP1)		(pfl, u)	1.6	0.1	0.7	0.4	0.1	0.1	0.5	0.4	0.1	1.2	
46       To-H (pfl, u)       77.75       0.33       12.89       1.63       0.08       0.33       1.87       3.85       1.28 21       95.93       H         (1)       78.30       0.29       12.67       1.52       0.06       0.29       1.73       3.84       1.30       15       95.68       1.9         (2)       76.38       0.40       13.43       1.90       0.11       0.44       2.22       3.88       1.24       6       96.56       2.3         (2)       76.38       0.40       13.43       1.90       0.11       0.44       2.22       3.88       1.24       6       96.56       2.3         47       To-H       77.61       0.33       12.89       1.56       0.09       0.33       1.84       3.96       1.38 34       97.39       H         48       To-H       77.32       0.34       12.96       1.67       0.09       0.36       1.89       4.00       1.37       3       97.50       H         49       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         (pfl, l)													
	46	To-H	77.75	0.33	12.89	1.63	0.08	0.33	1.87	3.85	1.28 21	95.93	н
(1)       78.30       0.29       12.67       1.52       0.06       0.29       1.73       3.84       1.30       15       95.68         (2)       76.38       0.40       13.43       1.90       0.11       0.44       2.22       3.88       1.24       6       96.56       2.3         47       To-H       77.61       0.33       12.89       1.56       0.09       0.33       1.84       3.96       1.38 34       97.39       1.4         48       To-H       77.32       0.34       12.96       1.67       0.09       0.36       1.89       4.00       1.37 30       97.50       H         49       To-H(pfl, u)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.09       0.36       1.89       4.00       1.37 30       97.50       H         49       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16 13       97.31       H         50       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.31       0.1       0.1       1.1       1.1       1.6         50       To-Of (pfl)       1.13		(pfl, u)	1.0	0.1	0.5	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	2.0	
(1)       78.30       0.29       12.67       1.52       0.06       0.29       1.73       3.84       1.30       15       95.68         (2)       76.38       0.40       13.43       1.90       0.11       0.44       2.22       3.88       1.24       6       96.56       2.3         47       To-H       77.61       0.33       12.89       1.56       0.09       0.31       1.84       3.96       1.38 34       97.39       H         48       To-H       77.61       0.33       12.96       1.67       0.09       0.36       1.89       4.00       1.37 30       97.50       H         49       To-H       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.50       H         49       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         49       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         50       To													
(2)       76.38       0.40       13.43       1.90       0.11       0.44       2.22       3.88       1.24       6       96.56         47       To-H       77.61       0.33       12.89       1.56       0.09       0.33       1.84       3.96       1.38       34       97.39       1.4         48       To-H       77.32       0.34       12.96       1.67       0.09       0.36       1.89       4.00       1.37 30       97.50       H         49       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.39       H         49       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.06       0.09       0.36       1.89       4.00       1.37 30       97.50       H         50       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         50       To-Of (PP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H <t< td=""><td></td><td>(1)</td><td>78.30</td><td>0.29</td><td>12.67</td><td>1.52</td><td>0.06</td><td>0.29</td><td>1.73</td><td>3.84</td><td>1.30 15</td><td>95.68</td><td></td></t<>		(1)	78.30	0.29	12.67	1.52	0.06	0.29	1.73	3.84	1.30 15	95.68	
(2)       76.38       0.40       13.43       1.90       0.11       0.44       2.22       3.88       1.24       6       96.56       2.3         47       To-H       77.61       0.33       12.89       1.56       0.09       0.33       1.84       3.96       1.38 34       97.39       1.4         48       To-H       77.32       0.34       12.96       1.67       0.09       0.36       1.89       4.00       1.37 30       97.50       H         49       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.39       H         49       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         50       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.33       1.87       3.97       1.25       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6       1.6			0.5	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.9	
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$													
0.2         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         0.1         2.3           47         To-H (pfl, u)         77.61         0.33         12.89         1.56         0.09         0.33         1.84         3.96         1.38 34         97.39         H           48         To-H (pfl, l)         77.60         0.1         10.5         0.09         0.36         1.89         4.00         1.37 30         97.50         H           49         To-Of (BP1) (pfa)         77.60         0.35         12.58         1.96         0.08         0.37         2.03         3.86         1.16 13         97.31         H           49         To-Of (BP1) (pfa)         77.60         0.35         12.58         1.96         0.08         0.37         2.03         3.86         1.16 13         97.31         H           50         To-Of (BP1)         77.82         0.36         12.45         1.88         0.08         0.33         1.87         3.97         1.25 21         98.25         H           50         To-Of (pfl)         75.62         0.48         13.39         2.07         0.10         0.65         2.53         4.12         1.04 15         97.52<		(2)	76.38	0.40	13.43	1.90	0.11	0.44	2.22	3.88	1.24 6	96.56	
47       To-H (pfl, u)       77.61       0.33       12.89       1.56       0.09       0.33       1.84       3.96       1.38       34       97.39       1.4         48       To-H (pfl, l)       77.61       0.33       12.96       1.67       0.09       0.36       1.89       4.00       1.37       30       97.39       1.4         48       To-H (pfl, l)       77.32       0.34       12.96       1.67       0.09       0.36       1.89       4.00       1.37       30       97.50       H         49       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         50       To-Of (BP1)       77.82       0.36       12.45       1.88       0.08       0.33       1.87       3.97       1.25       21       98.25       H         50       To-Of (pfl)       1.3       0.1       0.4       0.5       0.0       0.1       0.3       0.1       1.2       98.25       H         51       To-OF       75.62       0.48       13.39       2.07       0.10       0.65       2.53       4.12       1.04       1		• •	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	2.3	
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$											-		
(pfl, u)       0.7       0.1       0.3       0.2       0.0       0.1       0.2       0.1       0.1       0.1       1.1.1       1.1.1         48       To-H (pfl, l)       77.32       0.34       12.96       1.67       0.09       0.36       1.89       4.00       1.37       30       97.50       H         49       To-Of (BP1) (pfa)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         50       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         50       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         50       To-Of (BP1)       1.1       0.0       0.5       0.2       0.1       0.1       0.3       0.1       0.1       1.6       1.6         50       To-Of (pfl)       77.82       0.36       12.45       1.88       0.08       0.33       1.87       3.97       1.25       21       98.25<	47	To-H	77.61	0,33	12.89	1,56	0.09	0,33	1.84	3.96	1.38 34	97.39	н
48       To-H (pfl, l)       77.32       0.34       12.96       1.67       0.09       0.36       1.89       4.00       1.37       30       97.50       H         49       To-Of (BP1) (pfa)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         50       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         50       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.58       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         50       To-Of (BP1)       77.60       0.35       12.45       1.88       0.08       0.33       1.87       3.97       1.25       21       98.25       H         50       To-Of       77.62       0.36       13.39       2.07       0.10       0.65       2.53       4.12       1.04       15       97.52       H         51       To-GP       75.62       0.48       13.39       2.07       0.10       0.65       2.53       4.12	I	(pfl. u)	07	0.1	0.3	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	1 4	
48         To-H (pfl, l)         77.32         0.34         12.96         1.67         0.09         0.36         1.89         4.00         1.37         30         97.50         H           49         To-Of (BP1) (pfa)         1.2         0.1         0.5         0.3         0.0         0.1         0.3         0.1         0.1         0.1         0.1         1.61         <		(p., c)	0.7	5.1	0.0	5.2	0.0	5.1	0.2	0.1	0.1		
Horizon	48	To-H	77 32	0.34	12.96	1.67	0.00	0.36	1.89	4 00	1 37 30	97 50	н
49         To-Of (BP1)         77.60         0.35         12.58         1.96         0.08         0.37         2.03         3.86         1.16         13         97.31         H           49         To-Of (BP1)         1.1         0.0         0.5         0.2         0.1         0.1         0.3         3.86         1.16         13         97.31         H           50         To-Of (pfl)         1.3         0.1         0.4         0.5         0.00         0.1         0.3         3.86         1.16         13         97.31         H           50         To-Of (pfl)         77.82         0.36         12.45         1.88         0.08         0.33         1.87         3.97         1.25         21         98.25         H           51         To-GP         75.62         0.48         13.39         2.07         0.10         0.65         2.53         4.12         1.04         15         97.52         H           1.1         0.1         0.7         0.3         0.0         0.1         0.2         0.1         0.0         1.8		(off I)	1 1 2	0.04	0.5	0.2	0.09	0.00	1.09	00	0.1	37.50	l
49         To-Of (BP1) (pfa)         77.60         0.35         12.58         1.96         0.08         0.37         2.03         3.86         1.16         13         97.31         H           50         To-Of (pfl)         77.82         0.36         12.45         1.88         0.08         0.33         1.87         3.97         1.25         21         98.25         H           50         To-Of (pfl)         75.62         0.48         13.39         2.07         0.10         0.65         2.53         4.12         1.04         1.2         1.2           51         To-GP         75.62         0.48         13.39         2.07         0.10         0.65         2.53         4.12         1.04         15         97.52         H           1.1         0.1         0.7         0.3         0.0         0.1         0.2         0.1         0.0         1.8		(pii, i)	<sup>1.2</sup>	0.1	0.5	0.3	0.0	0.1	0.3	0.1	0.1	1.0	
49       10-01 (br1)       77.00       0.35       12.55       1.96       0.08       0.37       2.03       3.86       1.16       13       97.31       H         50       To-Of (pfl)       1.1       0.0       0.5       0.2       0.1       0.1       0.3       0.1       0.1       1.6         50       To-Of (pfl)       77.82       0.36       12.45       1.88       0.08       0.33       1.87       3.97       1.25       21       98.25       H         51       To-GP       75.62       0.48       13.39       2.07       0.10       0.65       2.53       4.12       1.04       15       97.52       H         1.1       0.1       0.7       0.3       0.0       0.1       0.2       0.1       0.0       1.8	40		77.60	0.25	10 50	1.00	0.00	0.27	2.02	2.00	1 16 40	07.04	
(pra)         1.1         0.0         0.5         0.2         0.1         0.1         0.3         0.1         0.1         1.6           50         To-Of (pfl)         77.82         0.36         12.45         1.88         0.08         0.33         1.87         3.97         1.25         21         98.25         H           51         To-GP         75.62         0.48         13.39         2.07         0.10         0.65         2.53         4.12         1.04         15         97.52         H           1.1         0.1         0.7         0.3         0.0         0.1         0.2         0.1         0.0         1.8	49	10-UI (BPI)	11.00	0.35	12.58	1.90	0.08	0.37	2.03	3.86	1.10 13	97.31	
50         To-Of (pfl)         77.82         0.36         12.45         1.88         0.08         0.33         1.87         3.97         1.25         21         98.25         H           51         To-GP         75.62         0.48         13.39         2.07         0.10         0.65         2.53         4.12         1.04         1.2         1.4           51         To-GP         75.62         0.48         13.39         2.07         0.10         0.65         2.53         4.12         1.04         15         97.52         H           1.1         0.1         0.7         0.3         0.0         0.1         0.2         0.1         0.0         1.8		(рта)	1.1	0.0	0.5	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	U.1	1.6	
50         10-01 (pfl)         77.82         0.36         12.45         1.88         0.08         0.33         1.87         3.97         1.25         21         98.25         H           1.3         0.1         0.4         0.5         0.0         0.1         0.3         0.1         0.1         1.25         21         98.25         H           51         To-GP         75.62         0.48         13.39         2.07         0.10         0.65         2.53         4.12         1.04         15         97.52         H           1.1         0.1         0.7         0.3         0.0         0.1         0.2         0.1         0.0         1.8	L	<b>T</b> 0(			10.1-						1.05.5		
(pti)         1.3         0.1         0.4         0.5         0.0         0.1         0.3         0.1         0.1         1.2           51         To-GP         75.62         0.48         13.39         2.07         0.10         0.65         2.53         4.12         1.04         15         97.52         H           1.1         0.1         0.7         0.3         0.0         0.1         0.2         0.1         0.0         1.8	50	Io-Of	77.82	0.36	12.45	1.88	0.08	0.33	1.87	3.97	1.25 21	98.25	Η
51         To-GP         75.62         0.48         13.39         2.07         0.10         0.65         2.53         4.12         1.04         15         97.52         H           1.1         0.1         0.7         0.3         0.0         0.1         0.2         0.1         0.0         1.8		(pfl)	1.3	0.1	0.4	0.5	0.0	0.1	0.3	0.1	0.1	1.2	
51         To-GP         75.62         0.48         13.39         2.07         0.10         0.65         2.53         4.12         1.04         15         97.52         H           1.1         0.1         0.7         0.3         0.0         0.1         0.2         0.1         0.0         1.8													
1.1 0.1 0.7 0.3 0.0 0.1 0.2 0.1 0.0 1.8	51	To-GP	75.62	0.48	13.39	2.07	0.10	0.65	2.53	4.12	1.04 15	97.52	н
			1.1	0.1	0.7	0.3	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	1.8	

TiO<sub>2</sub>とMnOの度数分布を見ると,他の7元素とは異な り,値はかなり分散する.TiO<sub>2</sub>は0~0.5 wt.%の範囲に 91 %のテフラが分散し,標準誤差は最大で0.04で平均は 0.01になる.一方,MnOの平均値は最大で0.16 wt.%を 超えず,平均した標準誤差は0.02 wt.%であることから, これは個々のテフラの識別にあまり役立たない.

TiO<sub>2</sub>は本論で取り扱ったテフラでは火山ごとにかな り異なって分散している.またK<sub>2</sub>Oは,給源火山の火 山フロントからの距離と,火山帯によって値が特定の 傾向をもっている.一般に,火山岩の組成は火山フロ ントに近い太平洋側の火山から日本海側に行くにつれ て,K2Oに富むようになることが知られており(Aramaki and Ui, 1982),テフラ中の火山ガラスの化学組成につ いてもほぼ同じ傾向がある.マグマが生成してから結 晶を晶出する過程で液相濃集元素であるKが鉱物へ取 り込まれるのは最後の段階と考えられる.更に鉱物が 晶出する際のマグマ溜りの深度は火山フロントからの 距離と密接なかかわりがある(巽, 1995など).また東

第3a表 東北地方十和田カルデラ起源テフラの火山ガラスの主元素組成.

第3b表	東北地方の火山起源テ	フラの火山ガラ	スの主元素組成.
------	------------	---------	----------

 Table 3b
 Glass shard major element compositions of tephra erupted from volcanoes in the Tohoku district.

Sample I	ID Tephra Name	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	$AI_2O_3$	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K₂O n	Total**	Lab.
52	lw-Y	77.00	0.28	12.46	2.04	0.04	0.29	1.59	3.50	2.80 15	92.55	н
		0.9	0.0	0.4	0.3	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	1.4	
53	Nr-Y	79.67	0.16	11.94	1.30	0.06	0.17	1.31	3.62	1.78 40	96.64	н
	(afa)	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.4	
	(1 )											
54	Nr-Y	79.35	0.19	12.06	1.24	0.05	0.18	1.32	3.70	1.89 11	98.89	н
	(pfl)	0.2	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.9	
	(i )											
55	Yk-Y	79.49	0.19	11.65	1.38	0.05	0.17	1.43	3.18	2.46 16	97.86	н
		0.4	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.5	
		0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.0	
56	Yk-Y	78.81	0.20	11 94	1.54	0.05	0.20	1 47	3 17	263 5	96 70	н
	(u)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.00	0.0	0.0	0.1	0.0	16	
	(u)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.0	
	Yk-Y	78 74	0.21	12 15	0 90	0.03	0.19	1 53	3 50	275 3	93 17	н
	(m)	0.1	0.21	0.2	0.00	0.00	0.10	0.0	0.00	0.1	1 1	
	(11)	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
	Vk-V	78 50	0.20	12.08	1 /3	0.04	0 17	1 /0	3.26	2 75 12	95.06	ы
	(1)	0.03	0.20	0.5	0.4	0.04	0.17	0.2	0.20	0.3	33.00	
	(1)	0.0	0.1	0.5	0.4	0.0	0.1	0.2	0.2	0.5	2.2	
57		70 71	0.20	11 72	1.52	0.04	0.10	1.67	2.20	2 56 25	05.04	6
57		10.71	0.20	0.2	0.1	0.04	0.19	0.1	0.1	2.00 20	55.04	G
		0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.0	
E 9	Nr N	79.00	0.17	12 55	1.00	0.04	0.17	1 22	4.09	1 69 24	04.75	ц
50	(ofo)	10.09	0.17	12.00	1.90	0.04	0.17	1.32	4.00	0.2	54.75	п
	(ala)	0.9	0.0	0.4	0.5	0.0	0.1	0.5	0.2	0.2	1.0	
50	Nr N	70.00	0.14	12.20	1 70	0.06	0.15	1 10	1 22	1 00 10	07.09	
- 59	(n=f)	10.00	0.14	12.30	1.75	0.00	0.15	1.10	4.55	1.90 19	97.00	п
	(pii)	0.5	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	1.5	
60	Smy	79.50	0.11	12 /2	1 20	0.05	0.14	1 1 2	4.09	2 11 20	04.90	
60	(mfl)	10.59	0.11	12.42	1.59	0.05	0.14	0.1	4.00	2.11 20	94.80	п
	(pti)	0.5	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	1.1	
61	0.11	70.01	0.01	10.05	1.00	0.04	0.16	1 1 2	2.00	2 20 24	07.5	
01	U-IK	79.01	0.21	12.25	1.00	0.04	0.10	1.13	3.90	2.30 24	97.5	
	(pti)	0.5	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	1.5	
	T:: A	70.70	0.10	10.47	1 50	0.05	0.00	1 5 2	2.05	1 E0 E	08.55	
62	In-A	78.70	0.12	12.47	1.56	0.05	0.22	1.53	3.85	1.50 5	98.55	н
	(pti)	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	
		70 74		10.00	1.00	0.05				4 50 0		
63	In-C	/8./4	0.23	12.36	1.88	0.05	0.28	1.71	3.23	1.52 9	94.94	н
	(pfl)	0.9	0.1	0.3	0.4	0.0	0.1	0.4	0.7	0.6	2.3	
	<b>-</b> 0	70.00	0.40	44.00	4.00	0.05	0.00	4.01	0.00	4 50 40	00.50	<u> </u>
64	In-C	/8.92	0.18	11.92	1.82	0.05	0.22	1.64	3.66	1.58 13	96.52	н
	(pta)	0.6	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	1.4	
L												
65	Oga pmt	77.65	0.07	12.65	0.40	0.08	0.04	0.60	3.23	5.28 20	95.31	н
		0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1.5	
1												

第4表 関東・中部地方の火山起源テフラの火山ガラスの主元素組成.

Table 4	Glass shard major element compositions of tephra erupted from volcanoes in the Kanto and
	Chubu districts.

0		0:0	TIO	41.0	E-Ot	Mag	14-0	0-0	NI- O	14.0	T - 4 - 1**	1 - 1-
Sample I	D Tephra Name	5102	TIO <sub>2</sub>	$AI_2O_3$	FeO.	IVINO	NigO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O n	i otai***	Lab.
66	Ag-KP	77.03	0.18	13.34	1.41	0.05	0.39	2.00	3.19	2.42 24	92.99	G
		0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.6	
67	Hk-TP	75.67	0.47	12.89	2.49	0.11	0.53	2.46	4.17	1.20 15	94.70	G
	(pfa)	0.6	0.1	0.5	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	1.2	
68	Hk-TP	73.69	0.54	13.58	3.01	0.09	0.76	2.99	4.25	1.07 13	93.05	G
	(pfl)	1.5	0.1	0.6	0.5	0.0	0.2	0.5	0.2	0.1	1.2	
69	Tt-E	76.81	0.19	12.69	1.13	0.03	0.15	1.07	2.67	5.25 9	99.72	н
	(pfa)	0.4	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.2	
70	On-Pm1	75.53	0.09	14.24	1.01	0.09	0.23	1.56	3.44	3.80 14	94.29	G
		0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	1.0	
71	Nm-Tg	78.26	0.06	12.79	0.54	0.13	0.13	0.45	4.22	3.42 23	95.65	G
	(pfl)	0.8	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	2.4	

Sample	ID Tephra name	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	K₂O	n	Total	Lab.
72	B-Tm	73.84	0.27	11.80	3.72	0.10	0.03	0.39	4.87	4.98	33	98.62	Н
		3.2	0.1	1.8	0.3	0.0	0.1	0.4	0.6	0.4		1.1	
73	K- Ab	75.06	0.53	13 16	2 24	0.08	0.43	1 79	3 74	2.96	11	99.13	н
	10.701	0.5	0.00	0.1	0.2	0.00	0.0	0.1	0.1	0.1	•••	0.0	
		0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1		0.0	
74	AT.	70.00	0.12	12/2	1 22	0.02	0.12	1.00	2 20	2.54	47	05.66	G
/4	AI	10.20	0.15	12.40	0.1	0.05	0.12	0.0	0.1	0.1	47	30.00	0
		0.5	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1		2.0	
75	Acc 4	72.02	0.40	14 57	1 50	0.00	0.20	1.02	4.00	4 5 0	26	06.01	0
/5	AS0-4	13.23	0.40	14.57	1.50	0.09	0.30	1.03	4.23	4.56	20	90.91	G
		0.9	0.1	0.5	0.2	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3		1.9	
70		70.00	0.44			0.40		4.45		5.04	0.0	05.0	
76	Aso-4	72.30	0.41	14.74	1.74	0.10	0.38	1.15	4.14	5.04	33	95.8	G
		0.5	0.1	0.3	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2		1.2	
		70.00		10.17	4.07		0.05				10		
77	K-Iz	76.80	0.21	13.17	1.07	0.04	0.25	1.14	3.20	4.11	19	96.92	н
		0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1		0.9	
	•												
78	Ata	75.72	0.45	13.15	1.80	0.08	0.39	1.64	3.52	3.25	15	98.44	н
	(pfl)	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1		0.7	
79	Ata	75.74	0.46	13.05	1.83	0.07	0.40	1.62	3.61	3.22	35	98.28	н
	(pfl)	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1		1.1	
80	SK	76.37	0.11	13.98	0.81	0.11	0.20	0.80	3.64	3.99	3	94.74	G
		1.5	0.0	0.5	0.4	0.0	0.1	0.2	0.3	0.1		0.8	
81	SK	77.20	0.05	13.50	0.60	0.09	0.12	0.66	3.63	4.15	25	94.16	G
		0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1		0.9	
82	SK	77.34	0.05	13.59	0.52	0.10	0.10	0.65	3.73	3.91	21	94.30	G
		0.5	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1		1.1	
83	Aso-3	70.18	0.64	15.56	2.14	0.09	0.54	1.63	4.17	5.06	29	94.35	Н
		0.4	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1		1.4	
84	Ata-Th	78 19	0.15	12 78	0.91	0.06	0.15	1.03	3 39	3 34	29	95.04	н
04	(off)	0.10	0.10	0.3	0.01	0.00	0.10	0.1	0.00	0.04	20	1.0	
	(pii)	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0		1.0	
85	Aso-1	68 55	0.64	15 72	3 17	0.08	0.55	1 02	3 60	5.67	38	93.47	н
00	A30-1	00.00	0.04	0.2	0.2	0.00	0.00	0.1	0.1	0.1	50	1 1	
		0.4	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1			
96	Kla	77 10	0.17	12.56	1 13	0.03	0.11	0.80	3.40	4.61	10	96.16	н
00	r.n.	0.2	0.17	0.1	0.1	0.05	0.11	0.00	0.1	4.01	13	1.0	
		0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0-0	0.1	0.1		1.0	
07		70.00	0.11	11.01	0.94	0.04	0.06	0.70	0.71	E 25	15	05.99	
0/	YD-1	10.30	0.11	11.91	0.64	0.04	0.06	0.70	2.71	5.25	15	95.66	п
		0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.5		2.0	
00	The Mark	70.10	0.12	10.00	0.60	0.02	0.00	0.70	2.65	E 20	10	06.21	
88	Tky-Ng1	78.10	0.13	12.22	0.69	0.03	0.09	0.72	2.65	5.38	18	96.31	н
		0.4	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2		1.9	
		70.00	0.07	40.40	0.00	0.05	0.00	0.70	0.70	4.00	40	04.50	
89	IE-5	78.38	0.07	12.16	0.88	0.05	0.06	0.72	2.70	4.98	18	94.56	н
		0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3		1.2	
													-
90	IE-5	78.12	0.08	12.39	0.69	0.03	0.05	0.68	2.91	5.05	20	96.36	G
		0.5	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2		1.5	
91	Ks-5	77.02	0.30	12.98	1.24	0.05	0.24	1.21	3.74	3.21	39	96.05	н
		0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1		0.9	
92	Kb-Ks	74.77	0.27	14.22	1.12	0.06	0.22	0.99	3.89	4.46	44	96.22	н
		0.8	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2		1.3	
93	Ss-Pk	78.39	0.21	12.16	0.97	0.05	0.16	0.91	2.76	4.40	17	94.23	Н
		0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2		1.0	

第5表 種々の火山起源の広域テフラの火山ガラスの主元素組成.

Table 5 Glass shard major element compositions of widespread tephra erupted from various sources.

日本弧の火山のテフラはおおむねK2Oの含有量が少な く,西日本弧のテフラは多い傾向をもつ.

一般に同一火山起源のテフラでは火山ガラスの主元 素組成がよく似ているので、その類別には主元素のほ か微量元素や屈折率、層位関係などでクロスチェック が必要な場合がある.

北海道から東北・関東では火山フロントの近くに活 動度の高い火山が多く存在するため,火山ガラスの K<sub>2</sub>O含有量は一般に3.0 wt %以下である(第2b, 2c, 2d, 2e図). K<sub>2</sub>O含有量が最も少ないのは摩周カルデラ起源 のテフラで,1.0 wt%以下である. 屈斜路カルデラと クッタラカルデラ起源の一連のテフラのK<sub>2</sub>O含有量は 1.0 ~3.0 wt%の間におさまっている(第2d, 2e図). 屈 斜路カルデラ起源の8枚の大規模火砕流・降下火山灰の 化学組成は互いに似てはいるものの,それぞれ主に K<sub>2</sub>Oを若干異にする固有の領域を占めるようである(第

第6表 ワーキングスタンダードとして分析した AT テフラの火山ガラスの主元素組成. Table 6 Major element compositions of glass shards in AT tephra analyzed as working standards.

Hokkaido University										
Date	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	$AI_2O_3$	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O n	Total**
1996.11.14	78.51	0.13	12.22	1.09	0.02	0.13	1.03	3.31	3.55 10	94.61
	0.2	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	1.8
1999.5.21	78.33	0.13	12.23	1.19	0.04	0.11	1.05	3.29	3.63 10	97.94
	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	1.1
1999.6.9	78.49	0.10	12.32	1.17	0.03	0.13	0.97	3.30	3.50 7	97.57
	0.6	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	2.1
Geological Survey	of Japan, A	AIST								
2002.4.5	78.10	0.10	12.16	1.35	0.04	0.13	1.09	3.38	3.66 57	96.19
	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	1.4
2003.11.21	77.97	0.14	12.40	1.19	0.04	0.11	1.01	3.51	3.61 62	94.17
	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	1.7
2004.3.30	78.10	0.13	12.13	1.22	0.04	0.12	1.09	3.57	3.59 30	94.84
	0.3	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	1.2
2005.7.5	77.67	0.13	12.48	1.38	0.04	0.12	1.10	3.51	3.58 79	95.42
	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	1.3

2d図). これらは更にFeO\*, CaO, MgOといった苦鉄 成分を考慮することで,互いに識別することは可能で ある.

クッタラカルデラ起源の多数のテフラについては, 最も若いKt-1を除くとK2Oの含有量は1.0~1.7 wt%と 狭い範囲に収まるが,TiO2は分散する.これらのテフ ラは良く似ているので類別・対比するさいにはAl2O3や 苦鉄成分を考慮し,ガラスと鉱物の屈折率も測定しそ れらを組み合わせてクロスチェックする必要がある. また,Kt-1は支笏第1テフラ(Spfa-1及びSpfl)に火山 ガラスの化学組成が良く似ているため,対比する際に は2枚のテフラの層位関係(Spfa-1が上位),もしくは 斜方輝石の屈折率の違いを確認することが必須である. なお北海道では,大雪御鉢平テフラ(D-Oh)を除くと, K2O含有量が比較的多いテフラは濁川テフラ(Ng)や 駒ケ岳c2テフラ(Ko-c2)である.

東北地方と関東地方の火山フロント沿いに位置する 火山の中では、岩手山や焼石岳、赤城山起源のテフラ はK2O含有量が比較的多い(第2f, 2g, 2h, 2i, 2j図).こ れらの火山起源のテフラはFeO\*やCaOなど苦鉄成分を 検討することで識別が可能である.一方、K2O含有量 が最も少ないテフラは十和田カルデラ起源のテフラで ある(第2f, 2g図).十和田起源の6枚のテフラは、火 山ガラスの化学組成が大きく分散し、かつ重なりあう ので、K2O-TiO2図上だけでは識別しきれない.このた め,FeO\*やCaOといった苦鉄成分を詳しく吟味する必要がある.更に,これらのテフラを対比する際には火山ガラスや重鉱物の屈折率を組み合わせてクロスチェックする.また,K2O-TiO2図(第2h図)上で識別しきれない鳴子柳沢テフラ(Nr-Y)や鳴子荷坂テフラ(Nr-N)は,Al2O3とNa2Oの含有量の差から識別が可能である.ただし恐山,鬼首カルデラ及び鳴子カルデラを給源とする中期更新世の大規模火砕流堆積物については,K2O-TiO2図上だけでは多くの後期更新世のテフラと似ているため,苦鉄成分をよく吟味する必要がある(第2i図).これらのテフラを対比する際には,鉱物の組み合わせや屈折率,層位関係などを総合的に検討する必要がある.

一方,九州起源の広域テフラは一般にアルカリ元素 (Na2O+K2O)の含有量が比較的多く,北日本起源のテ フラとは化学組成の特徴が大きく異なる(第2k,21 図).そのため,本州中部以遠まで飛来している場合に は,ローカルなテフラとの差が際立つために識別しや すい.特に,阿蘇カルデラ起源の広域テフラAso-1, Aso-3'及びAso-4の火山ガラスの主元素組成は他の火山 起源のテフラとは大きく異なっており,更に3枚のテフ ラ間でも容易に識別することができる(第2k図).

日本列島の背弧側の火山を給源とするテフラはK<sub>2</sub>O 含有量がNa<sub>2</sub>O含有量よりも際立って多いという特徴を もつ.北海道の大雪御鉢平テフラ(D-Oh),東北地方



第2b図 北海道火山起源テフラ(40 ka以降)の火山ガラスK<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub>図. Fig. 2b K<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub> diagrams of glass shards in marker-tephra layers (40 ka ~ Holocene) originated from volcanoes in the Hokkaido district.



第2c図 北海道支笏カルデラ・洞爺カルデラ・阿寒カルデラ起源のテフラの火山ガラスK2O-TiO2図.

Fig. 2c K2O-TiO2 diagrams of glass shards in marker-tephra layers originated from Shikotsu C., Toya C. and Akan C. in the Hokkaido district.



第2d図 北海道屈斜路カルデラ起源テフラの火山ガラスK<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub>図. Fig. 2d K<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub> diagrams of glass shards in marker-tephra layers originated from Kutcharo C. in the Hokkaido district.



第2e図 北海道クッタラカルデラ起源テフラの火山ガラスK2O-TiO2図. Fig. 2e K2O-TiO2 diagrams of glass shards in marker-tephra layers originated from Kuttara C. in the Hokkaido district.



第2f図 東北地方完新世十和田カルデラ起源のテフラの火山ガラスK2O-TiO2図. Fig. 2f K2O-TiO2 diagrams of glass shards in marker-tephra layers originated from Holocene Towada C. tephras in the Tohoku district.



第2g図 東北地方十和田カルデラ起源の更新世テフラの火山ガラスK2O-TiO2図.

Fig. 2g K2O-TiO2 diagrams of glass shards in Pleistocene Towada C. tephra layers in the Tohoku district.



第2h図 東北地方岩手山・鳴子カルデラ・焼石岳起源のテフラ火山ガラスK<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub>図. Fig. 2h K<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub> diagrams of glass shards in marker-tephra layers from Mt. Iwate, Naruko C. and Mt. Yakeishi volcanoes in the Tohoku district.



第2i図 東北地方中期更新世鬼首カルデラ・恐山起源のテフラの火山ガラスK2O-TiO2図.

Fig. 2i K<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub> diagrams of glass shards in marker-tephra layers from Middle Pleistocene Onikohbe and Osore volcanoes in the Tohoku district.



第2j図 関東・中部地方火山起源後期更新世テフラの火山ガラスK2O-TiO2図.







Fig. 2k K2O-TiO2 diagrams of glass shards in widespread marker-tephra layers originated from several volcanoes in the Kyushu and elsewhere.



第21図 西日本火山(三瓶山・九州地方)起源の第四紀広域テフラの火山ガラスK2O-TiO2図. Fig. 21 K2O-TiO2 diagrams of glass shards in the Quaternary marker-tephra layers originated from several volcanoes in western Japan.



第2m図 背弧側火山(大雪御鉢平カルデラ・戸賀湾・飛騨山脈起源テフラの火山ガラスK2O-TiO2図.

Fig. 2m K<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub> diagrams of glass shards in marker-tephra layers originated from volcanoes in the back-arc side of the Japan Islands (Daisetsu-Ohachidaira C., Toga bay and Hida Mountains).





Fig. 3 Histograms of average of glass shards major element compositions from marker-tephra layers in Japan. std.error: the range and average of standard errors each element in every tephra ranging (wt.%).

の男鹿パミスタフ (Oga pmt), 飛騨山脈起源の立山E (Tt-E), Yb-1, Tky-Ng1及びTE-5がその例である. こ れらのテフラはTiO₂含有量が少なく0.2 wt%以下という 特徴もある (第2m図).

更に,TiO₂含有量が0.1 wt%以下の火山ガラスをもつ テフラも例が少ない.北海道起源の広域テフラである 洞爺テフラ (Toya),北関東の沼沢田頭テフラ (NmTg),中国地方の三瓶木次テフラ(SK)がその例である.これらの3枚のテフラはCaO含有量が0.5 wt%程度しか含まれない点でも日本のテフラの中では非常に珍しく(第3図),識別が容易なテフラといえる.CaO含有量が著しく少ないテフラとしては,他に朝鮮半島起源のB-Tmがあげられるが,このテフラのTiO2含有量は0.27 wt%あるため,上記の3テフラの特徴とは異な

る. B-Tmの火山ガラスはFeO\*含有量が3.72 wt%と多 く,アルカリ元素(Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)の合計が9.0 wt%を越 えるという特徴がある. これは阿蘇起源テフラにも似 るが,Ti,Caの特徴をすべて考慮すると,B-Tmの火山 ガラスの主元素組成は日本列島の火山起源のテフラの それとは大きく異なっている(第2k図).

#### 5.おわりに

EPMA分析による火山ガラスの化学組成のデータは, これまでにも多く報告されてきたが,一部のテフラに 限定され,また分析条件やWDS法(波長分散型)又は EDS法(エネルギー分散型)など分析方法が異なって いることもあり,そのまま直接比較することが難し かった(Furuta *et al.*, 1986;八木・早田,1989;奥村, 1991;Suzuki, 1996;青木・新井,2000;長橋ほか, 2003).本データベースは,前述した一定の条件下で系 統的に分析したデータをまとめたものである.

本データベースではこれまでよく知られたテフラの 火山ガラス主元素組成を示したが、この他に風化して いるために火山ガラスの分析が不能なテフラが若干あ る.これらの対比・同定のためには、保存程度のよい 試料を捜すとともに、風化に抵抗する鉱物類の化学組 成を検討する必要がある。更に周辺地域の海底堆積物 には、対比・同定されていない広域テフラがまだ多数 存在すると思われる.これらの記載も今後なすべき課 題である.

#### 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.
- Aoki, K. and Sakamoto, T. (2003) Late Quaternary tephrostratigraphy of the sediments from the Japan Trench forearc, Holes 1150A and 1150C. *In* Suyehiro, K., Sacks, I.S., Acton, G.D., and Oda, M. (eds.) , *Proc. ODP, Sci. Results*, 186, 1-22 [Online]. Available from World Wide Web: http://www-odp.tamu.edu/publications/186\_SR/VOLUME/ CHAPTERS/116.PDF
- 青木かおり、山本浩文、山内守明 (2000)「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.海洋科学技 術センター試験研究報告,41,49-56.
- 新井房夫・大場忠道・北里 洋・堀部純男・町田 洋 (1981)後期第四紀における日本海の古環境―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.

- Aramaki, S. and Ui, T. (1982) Regional distribution and characteristics. R. S. Thorpe (ed.) Andesites: 259-292, John Wiley & Sons.
- Chun, J. H., Ikehara, K., and Han, S. J. (2004) Evidence in Ulleung Basin sediment cores for a termination II (Penultimate deglaciation) eruption of the Aso-3 tephra. *The Quaternary Research* (Japan Association for Quaternary Research), 43, 99-112 (in English with Japanese abstract).
- Froggatt, P. C. (1992) Standardization of the chemical analysis of tephra deposits. Report of the ICCT working group. *Quaternary International*, 13/14, 93-96.
- Furuta, T., Fujioka, K. and Arai, F. (1986) Widespread submarine tephras around Japan—Petrographic and chemical properties. *Marine Geology*, **72**, 125-142.
- Machida, H. and Arai, F. (1983) Extensive ash falls in and around the Sea of Japan from large late Quaternary eruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **18**, 151-164.
- 町田 洋・新井房夫(1992)火山灰アトラス〔日本列 島とその周辺〕.東京大学出版会,276p.
- 町田 洋・新井房夫(2003)火山灰アトラス〔日本列 島とその周辺〕.東京大学出版会,336p.
- 町田 洋・松田時彦・海津正倫・小泉武栄(2006編著) 日本の地形 第5巻 中部.東京大学出版会,385p.
- 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(1996)日本海南東部におけ る海底堆積物と後期第四紀層序一特に暗色層の形 成時期に関連して一.地質学雑誌, **102**, 125-138.
- 長橋良隆・吉田武義・中井聡子・奥平敬元 (2003) XRF 分析との比較によるテフラガラス片の EDS 分析結 果の評価と補正. 第四紀研究, **42**, 265-277.
- 長橋良隆・佐藤孝子・竹下欣宏 (2005) 長野県北部・高 野層ボーリングコアのテフラ層序.日本第四紀学 会講演要旨集,35,86-87.
- 奥村晃史(1991)火山ガラスの主成分組成に基づくテ フラの対比-EPMA.月刊地球, **13**, 169-174.
- 相模原市立博物館(2003)相模原市立博物館資料目録 4,テフラ標本目録—町田洋コレクション—.81p.
- 白井正明・多田隆治・藤岡換太郎(1997)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.
- 隅田まり(1988)斜里地域におけるテフラ層序.知床 博物館研究報告, No.9, 19-31
- 曽根敏雄(1988)斜里地方における最終氷期後期の火 山灰層の<sup>14</sup>C年代.知床博物館研究報告, No.9, 11-17.

- 曽根敏雄・米村 衛・隅田まり(1988)北海道,越川遺 跡における約2万年前の細石刃様の石器.第四紀研 究,**30**,107-114.
- 鈴木毅彦(1993)北関東那須野原周辺に分布する指標 テフラ層.地学雑誌,**102**,73-90.
- 鈴木毅彦 (1999) 福島県太平洋岸,塚原海岸における最 終間氷期最盛期の海進海退過程とその時期降下し たテフラについて.地学雑誌,108,216-230.
- Suzuki, T. (1996) Chemical analysis of volcanic glass by Energy X-Ray Spectrometry with JEOL-2001 and JSM-5200: Analytical procedures and application. *Geographical Reports of Tokyo Metropoli*-

*tan University*, **31**, 27-36.

- 巽 好幸 (1995) 沈み込み帯のマグマ学. 東京大学出版 会, 186p.
- 山本浩文・青木かおり(2002)「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.海洋科学技術センター試験研究報告, **46**, 29-37.
- 八木浩司・早田 勉(1989)宮城県中部および北部に 分布する後期更新世広域テフラとその層位.地学 雑誌,**98**, 871-885.

(受付:2006年3月6日;受理:2006年10月27日)