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

八木 浩司* 早田 勉**

A stratigraphical study on the Late Pleistocene widespread tephtras occurring
in central and northern part of Miyagi Prefecture

Hiroshi YAGI* and Tsutomu SODA**

Abstract

Widespread Tephra is a valuable time marker for tephrochronology and archaeology. Several fine ash fall deposit are distributed in central and northern part of Miyagi Pref.. The authors have correlated them to widespread tephtras by means of following methods. They are lithological description of tephtras, measurements of refractive indices of glass shards and heavy minerals, and analyses of major elements chemical composition of glass shards using a microprobe analyzer. As a results, four late Pleistocene widespr ead tephtras are discovered in this study area. They are AT, Aso-4, On-PmI and Toya. The authors described the stratigraphic positions of those widespread tephtras in detail. And furthermore, they mentioned the significance that four late Pleistocene widespread tephtras were discovered in this study area. The results are summarized as follows.

1) In central part of Miyagi Pref., the stratigrafic sequence of AT ash, Kawasaki scoria layer, Aso-4 ash and Medeshima pumice layer occur in ascending order is confirmed. Kawasaki scoria and Medeshima Pumice are valuable marker tephtras in that region.

In northern part of Miyagi Pref., 10 tephtras or tephra formations and their stratigraphic positions are recognized. They are, in ascending order, Hijiori pumice layer, Narugo・Katanuma-Uehara tephra, AT ash, Narugo-Yanagisawa tephra layer, Aso-4, Narugo-Nisaka tephra layer, Kitahara ash layer, On-PmI, Toya ash and Ichihasama pumice layer. Consequently, the late Pleistocene tephra stratigraphy in Miyagi Prefecture is linked with those in central and southwestern part of Japan.

2) The stratigraphic relation between On-PmI and Toya ash is revealed for the first time to implicate the occurrence of marine terrace developed in ca 100 ka in a tectonically active region.

* 防衛大学校・地球科学教室 Department of Geoscience, National Defense Academy

** パリノ・サーヴェイ (株) 研究所 Institute of Palynosurvey Co., Ltd.

I. はじめに

近年、後期更新世の広域テフラに関する知見が集積されてきた(町田ほか 1985, 1987ほか多数)。広域テフラは、多くの放射年代資料に加えて、本邦沿岸諸地域に発達する同地形面としての海成面及びその構成層との層序関係をもとに、汎世界的な海面変動に対応する時間スケールで噴出時期が与えられている。このため、信頼性の高い噴出時期が明らかとなった広域テフラとの層序関係から従来年代不詳のローカルな示標テフラについても、その噴出時期を推定することが可能となってきた。

宮城県内においても蔵王、鳴子、鬼首、栗駒の各火山周辺部で複数の後期更新世の示標テフラが認められてきた(表1)。それらの示標テフラの多くは、地形発達史的関心のみならず、最近宮城県内で発見の相次ぐ前期旧石器の編年学的関心から放射年代が得られている(板垣ほか 1981; 市川 1983, 1986, 1987; 奥水 1983, 1986, 1987ほか多数)。しかしそれらの年代値は、ばらつきが大きいことから、信頼性に不安があった。このため宮城県に分布する示標テフラと広域テフラとの層序関係を明らかにし、それら示標テフラの層序を全国的な第四紀層序の枠組みに組み込むことが必要と考えられていた。

筆者らは、宮城県中部の仙台西部地域と北部の鬼首周辺地域(図1)においてローカルな示標テフラを

表1 宮城県中・北部の示標テフラとそれらの噴出年代

宮城県中部		宮城県北部	
テフラ	年 代 値	テフラ	年 代 値
		肘折軽石 (Hj)	9.7-10.7ka* (宇井ほか, 1973)
		鳴子潟沼-上原 (NK-U)	26ka* (庄子ほか, 1983)
始良 Tn 火山 (AT)	21-22ka* (町田・新井, 1983) 25ka* (松本ほか, 1987)	始良 Tn 火山 灰 (AT)	21-22ka* (町田・新井, 1983) 25ka* (松本ほか, 1987)
川崎スリコア (Z-K)	26-31ka* (板垣ほか, 1981) ca 30ka* (ARAI <i>et al.</i> , 1986)	鳴子-柳沢テフラ層 (N-Y)	40.6ka, 41.8ka, 43.5ka, 43.9ka** (市川, 1983) 40.3ka, 42.6ka, 44.3ka, 63.4ka*** (奥水, 1983) 80.8ka* (中井, 1988)
阿蘇4火山灰 (Aso-4)	70ka**** (町田ほか, 1985)	阿蘇4火山灰 (Aso-4)	70ka**** (町田ほか, 1985)
		鳴子-荷坂テフラ層 (N-N)	72.6ka, 72.9ka** (市川, 1983) 41.4ka* (OMOTO, 1983), 50.1ka* (中井, 1988) 45.0ka** (市川, 1986) 64.0ka*** (奥水, 1988)
		北原火山灰 (Kt)	
		御岳第一軽石 (On-Pm I)	80ka**** (町田ほか, 1985)
愛島軽石 (K-MD)	64ka** (市川, 1987) 54-83ka***** (佐藤, 1987) 80ka*** (奥水, 1987)	洞爺火山灰 (Toya)	90-100ka**** (町田ほか, 1987)
		一迫軽石 (IcP)	124.3ka, 122.4ka** (市川, 1986) 146ka, 108ka*** (奥水, 1986, 1988)

*: ^{14}C 年代 **: TL 年代 ***: FT 年代 ****: 層序年代 *****: ESR 年代

図1 宮城県中・北部及びその周辺地域の地形概観
2 km 以下の埋谷切峰面図等高線間隔は 100m

挟む地層中に、従来報告のなかった4枚の広域テフラを発見した。小論ではまずそれら広域テフラの対比の根拠とローカルな示標テフラとの層序関係を報告する。次に広域テフラの層位からみた第四紀編年上の意義についても言及する。

II. 宮城県中・北部における後期更新世の示標テフラと放射年代値

宮城県中部の仙台付近においては後期更新世の示標テフラとして、上位より川崎スコリア層、愛島（めでしま）軽石層が知られている（表1）。

川崎スコリア層は、蔵王火山起源の固結した暗褐色火山砂層である（板垣 1980）。その上下層準の ^{14}C

年代が2万6千年 B.P. および3万1千年 B.P. であることから(板垣ほか 1981), 約3万年 B.P. の降下年代が推定されている (ARAI *et al.* 1986)。

愛島軽石層は、川崎町内に給源火口が位置する 安達火山から噴出した降下軽石で、カミングトン閃石を含む(板垣 1980, 蟹沢 1985)。愛島軽石層は、仙台付近の台ノ原段丘より上位の段丘を覆い、青葉山B

遺跡において愛島軽石下位の層準から前期旧石器の出土が報告されている(須藤ほか 1985)。その年代は、熱ルミネッセンス年代で6万4千年 B.P. (市川 1987), ESR 年代で5万4千年 B.P.~8万3千年 B.P. (佐藤 1987), フィッション・トラック年代で8万年 B.P. (興水 1987) の噴出年代が得られているが(表1), 統一的な見解はなかった。

鳴子・鬼首周辺の宮城県北部においては、後期更新世の示標テフラとして上位より肘折軽石層、鳴子潟沼一上原テフラ層、鳴子一柳沢テフラ層、鳴子一荷坂テフラ層、北原火山灰層、一迫軽石層(早田 1984) が知られている(表1)。

肘折軽石層は、山形県肘折カルデラ起源とする降下軽石(米地・菊池 1966) で、 ^{14}C 年代から約1万年 B.P. の降下とされている(宇井ほか 1973)。

鳴子潟沼一上原テフラ層は、鳴子火山潟沼起源の灰白色細粒火山灰(早田 1989) で、 ^{14}C 年代から2万6千年 B.P. 以前に降下したとされてきた(庄子ほか 1983)。

鳴子一柳沢テフラ層と鳴子一荷坂テフラ層は、鳴子カルデラ起源で火砕流堆積物および降下火山灰層・軽石層のユニットから構成される(早田 1984)。火砕流の堆積面は江合川流域に広い台地を形成する。馬場壇A遺跡において鳴子一柳沢テフラ層の上面や鳴子一柳沢テフラ層と鳴子一荷坂テフラ層に挟まれた層準に前期旧石器が出土している(東北歴史資料館・石器文化談話会 1986)。これら2つのテフラ層に対して ^{14}C 年代、熱ルミネッセンス年代、フィッション・トラック年代からそれぞれ年代値が求められてきた(表1)。しかし鳴子一柳沢テフラ層で4万年 B.P.~6万3千年 B.P. (市川 1983, 興水 1983, 中井 1988), 鳴子一荷坂テフラ層で4万1千年 B.P.~

図2 宮城県中部の広域テフラ産出地点 (Loc. 1, 2) と周辺の地形

使用した地形図は、国土地理院発行 1/25,000「陸前川崎」図幅 (NJ-54-21-7-2)

Loc. 1は、愛島軽石の給源と考えられている安達火山の中心付近に位置する。安達火山は、仙台付近の最高位礫層である本砂金礫層(中川ほか, 1960)の載る丘陵内に発達した軽石丘である。

Loc. 2は、川崎町北に発達する川内段丘(中川ほか, 1960)上に位置する。

7万3千年 B.P. (Omoto 1983, 市川 1983, 中井 1988) と同一テフラに対して得られた年代値に大きな幅があった。

北原火山灰層と一迫軽石層は、給源火山がともに不明であるものの宮城県北西部一帯で認めることができる灰色の細粒火山灰および降下軽石層である (早田 1988)。馬場壇A遺跡において北原火山灰層と一迫軽石層に挟まれた層準および一迫軽石層下位に前期旧石器が出土している (東北歴史資料館・石器

文化談話会 1986)。一迫軽石層の熱ルミネッセンス年代、フィッシュン・トラック年代は、10万8千年 B.P. ~14万6千年 B.P. の間の値を示している (市川 1986, 奥水 1986, 1988)。

III. 宮城県中・北部に認められる細粒ガラス質火山灰

現地調査に於いては、広域テフラの可能性のある細粒ガラス質火山灰について岩相とローカルな示標テフラとの層序関係を記載した。以下地域ごとに述べる。

宮城県中部

仙台西方約 15km にある川崎町安達の露頭 Loc. 1 (図2) においては、蔵王火山起源の川崎スコリア層と安達火山を給源とする愛島軽石層に挟まれた褐色風化火山灰土中に層厚 4 cm の橙色ガラス質細粒火山灰 (Kw 1) がパッチ状に認められる (図3)。川崎町川内の Loc. 2 (図2) においては、川崎スコリア層上位の褐色火山灰土中に層厚 2 cm の黄色ガラス質細粒火山灰 (Kw 2) がパッチ状に認められる (図3)。

宮城県北部

鬼首の江合川最上流部 (図4) には、中～細粒砂層から粘土層で構成される未固結の細粒堆積物が認められる。この細粒堆積物は、従来、鬼首湖成層 (加藤・島田 1953, 小元 1964, Yamada 1972) と呼ばれてきた細粒堆積物を不整合で覆っている。この細粒堆積物を切る Loc. 3 において上下 2.5m の堆積物中に、4枚のガラス質火山灰層 (上位より Onk 1-1 ~ 1-4) が挟まれている (図5)。Onk 1-1 は層厚 5 cm の桃白色火山灰層である。Onk 1-2 は層厚 4 cm の灰白色火山灰層で、下部に火山豆石が認められる。火

図3 宮城県中部のテフラ柱状図

台ノ原段丘および青葉山段丘の柱状図は、それぞれ仙台市鹿野と仙台市青葉山B遺跡において観察

図4 鬼首における広域テフラ産出地点

(Loc. 3, 4) と周辺の地形

使用した地形図は、国土地理院発行1/25,000

「軍沢」図幅 (NJ-54-20-7-2) および「鬼首」

図幅 (NJ-54-20-8-1)

図5 宮城県北部のテフラ柱状図

図6 一迫町十文字における広域テフラ産出地点 (Loc. 5) と周辺の地形

使用した地形図は、国土地理院発行 1/25,000 「岩ヶ崎」図幅 (NJ-54-20-4-1)

チ状に認められる (図5, 図6)。

鳴子町・川渡の東北大学付属農場北 (Loc. 6) では鳴子潟沼一上原テフラの下位に細粒ガラス質火山灰 (Kt-1) が認められる (図5, 図7)。なお、鳴子潟沼一上原テフラの挟まれる褐色火山灰土は黒ボク土に覆われるが、その黒ボク土直下に、約1万年 B.P. に降下した肘折軽石の降灰層準あることが知られている (庄子ほか 1983)。

鳴子の西7kmの位置にある宮城・山形県境付近の最上町堺田 (Loc. 7: 図5, 図8) では、柳沢火砕

山豆石の最大長径は8mmである。Onk 1-3は層厚4cmの白色火山灰層、Onk 1-4は層厚8cmの白色火山灰層で、ともに上部に二次堆積層をのせる。この二次堆積層には周辺に厚く分布する池月テフラ層、花山火砕流堆積物 (早田 1988) 起源の火山ガラスを混じる。

Loc. 3から1.5km下流側の Loc. 4では、有機質な泥質堆積物中に6枚のガラス質細粒火山灰層 (上位より Onk 2-1~Onk 2-6) が認められる (図5)。Onk 2-1は層厚22cmの淡黄灰色の細粒砂状火山灰層で、本火山灰層を含む堆積物は、地滑り移動ブロックとして下位の層準を覆う。Onk 2-2は層厚3cmの青灰色火山灰層である。Onk 2-3は層厚10cmの白色火山灰層である。Onk 2-4, Onk 2-5およびOnk 2-6はそれぞれ層厚1~2cmの灰白色火山灰層である。

鬼首から東へ約10km離れた一迫町十文字付近の Loc. 5では北原火山灰層と一迫軽石層に挟まれた褐色火山灰土中に細粒ガラス質火山灰 (Jm-1) がパツ

流堆積物を不整合に覆う泥炭層中に、層厚 3 cm の白色細粒 ガラス 質火山灰層 (Sk-1) が認められる。

IV. 細粒ガラス質火山灰の広域 テフラへの対比

広域テフラは、珪長質マグマに由来する巨大火砕流やプリニー式噴火などの多量の本質物質の噴火に起源を持ち、遠隔地にまで達する細粒の火山ガラスを主体とする (町田・新井 1983)。このため広域テフラの対比・同定に際して、火山ガラスの形態的特徴の記載、屈折率測定及び主成分分析は有効な手法となる。本報告ではこれらの手法を用いて、採取した細粒ガラス質火山灰の対比・同定を行った。なお、火山ガラスの屈折率は群馬大学の新井房夫先生にお願いした。火山ガラスの主成分分析では、東北大学理学部青木研究室のエネルギー分散型 EPMA (日立 X560S・Kevex-Quantex 7000) を使用させていただいた。この EPMA は、標準試料分析や多くの鉱物試料に対するトータル・ストイキオメトリの点検から分析値の信頼性・再現性が確認されている (東北大学理学部岩鉱教室藤巻和宏博士談)。

主成分分析に供した火山ガラスは、火山灰を超音波洗浄器で水洗いし、風化物を除去したのち粒径 0.088—0.125mm のものについて実体顕微鏡下で直接分離した。分離した火山ガラスは、エポキシ樹脂で固定・研磨・炭素被膜の蒸着の後、加速電圧 20 KV、ビーム電流 2×10^{-10} A、ビーム径約 $2 \mu\text{m}$ で 1 試料につき 10 粒子ずつ分析した。1 粒子あたりの計測時間は 400—500 秒である。

上述の細粒ガラス質火山灰について行った岩相記載、屈折率測定、主成分分析の測定・分析結果を表 2、表 3 に示した。主成分組成の各分析値は、10 粒子の平均値ですべて無水に換算したものにその標準偏差とともに記してある。一部の試料を除いて以下の理由から MnO を除いた分析結果を示した。なぜなら、分析に供した火山ガラス中の MnO の含有率は低く (0.1% 以下)、その変異係数 (山田・庄司 1983) も大きいことから MnO が対比の鍵となりに

図7 鳴子町川度における広域テフラの産出地点 (Loc. 6) と周辺の地形

使用した地形図は、国土地理院発行 1/25,000「花山湖」図幅 (NJ-54-20-4-1) および「川度」図幅 (NJ-54-20-4-2) Loc. 6 は、小元 (1966) の三条面上に位置する。

図8 宮城・山形県境・塚田における広域テフラの産出地点 (Loc. 7) と周辺の地形

使用した地形図は、国土地理院発行 1/25,000「鳴子」図幅 (NJ-54-20-8-2) および「羽前赤倉」図幅 (NJ-54-20-8-4)

表 2 細粒ガラス質火山灰の岩相記載

	露頭位置	テフラ	鉱物組成	火山ガラスの特徴	屈折率
中部	Loc. 1 (川崎町安達)	Kw-1	vitric (ho, mt, opx)	bw 含有色ガラス	gl : 1.507-1.510
	Loc. 2 (川崎町川内)	Kw-2	vitric	bw > pm	gl : 1.499-1.501
北部	Loc. 3 (鳴子町鬼首)	Onk1-1	vitric (ho, opx, au)	bw 含有色ガラス	gl : 1.509-1.512
		Onk1-2	vitric (opx)	pm	gl : 1.500-1.502
		Onk1-3	vitric (bi > ho, opx)	pm	gl : 1.500-1.503
		Onk1-4	vitric	pm > bw	gl : 1.496-1.498
	Loc. 4 (鳴子町鬼首)	Onk2-1	vitric (opx, ho, bi)	pm	gl : 1.502-1.505
		Onk2-2	vitric (bi > ho, opx)	pm	gl : 1.500-1.503
		Onk2-3	vitric	pm < bw	gl : 1.496-1.498
		Onk2-4	vitric	pm	gl : 1.527-1.530
		Onk2-5	qt, pl (opx)	pm	gl : 1.505-1.508
		Onk2-6	qt, pl (opx)	pm	gl : 1.505-1.508
	Loc. 5 (一迫町十文字)	Jm-1	vitric (opx, bi)	pm	gl : 1.502-1.504
	Loc. 6 (鳴子町川度)	Kwt-1	vitric (opx, au, mt)	bw > pm	gl : 1.499-1.501 (1.500)
	Loc. 7 (最上町堺田)	Sk-1	vitric	bw > pm	gl : 1.499-1.501 (1.500)

くいからである。さらに、エネルギー分散型 EPMA の特性として、含有率が 0.1% 以下と低い成分について精度の高い測定には計測時間を長く取る必要があり、限られた分析機器借用時間内での効率を考慮したからである。

これらの細粒ガラス質火山灰を対比するため、宮城県中・北部の示標テフラおよび後期更新世の広域テフラ¹⁾の岩相記載と主成分組成を表に示した(表4, 5, 6, 7)。テフラの岩相記載は、新井・町田(1980), 町田ほか(1984), 町田(1986), Arai *et al.* (1986)に従った。主成分組成は筆者らのオリジナルなデータで、上記の方法で分析した。表に示した各テフラの主成分組成は、一部のものを除いてそれぞれ固有の組成を示す(表5, 7)。各成分とも組成が類似する鳴子—柳沢テフラ層と鳴子—荷坂テフラ層および恵庭-a 軽石と支忽降下軽石-1の2組についても、各テフラの鉱物組成や鉱物の屈折率を比較すれば同定可能である(表4, 6)。このようにテフラの同定に際して、岩相と主成分組成を組み合わせることが有効と考え作業を進めた。その結果、始良 Tn 火山灰(AT), 阿蘇4火山灰(Aso-4), 御岳第1軽石(On-PmI), 洞爺火山灰(Toya)に対比されるテフラを認めることができた。以下各広域テフラに対比される細粒ガラス質火山灰(試料名)と対比の根拠を述べる。

始良 Tn 火山灰(AT)

Kw-2, Kwt-1, Sk-1は、屈折率が1.499—1.501の薄いバブルウォール型火山ガラスからなる。主成分組成は SiO₂ が77.5~78.0%, K₂O+Na₂O が7%と高く、TiO₂ が0.09~0.11%, Al₂O₃ が12.91~13.16%と低い。このためこれらの火山灰は始良 Tn 火山灰(AT)に対比される。

阿蘇4火山灰(Aso-4)

Kw-1および Onk1-1は、ともに有色のバブルウォール型火山ガラスを含み、火山ガラスの屈折率は

表 3 細粒火山灰（火山ガラス）の主成分組成

テフラ		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Total
Kw-1	M	72.70	0.35	15.62	1.44	0.04	0.54	1.09	4.76	3.46	100.00
	SD	0.22	0.02	0.17	0.01	0.01	0.03	0.03	0.04	0.32	
Kw-2	M	77.27	0.09	12.87	1.05	....	0.47	1.09	3.42	3.75	100.00
	SD	0.31	0.01	0.12	0.04	....	0.01	0.01	0.13	0.10	
Onk1-1	M	71.78	0.37	15.50	1.46	0.06	0.55	1.05	4.89	4.34	100.00
	SD	0.18	0.02	0.14	0.03	0.02	0.02	0.03	0.09	0.18	
Onk1-2	M	78.36	0.08	13.17	1.12	....	0.31	1.04	1.96	3.96	100.00
	SD	0.22	0.01	0.08	0.05	....	0.06	0.13	0.09	0.22	
Onk1-3	M	75.44	0.18	13.91	1.09	....	0.57	1.32	3.82	3.67	100.00
	SD	0.80	0.02	0.44	0.06	....	0.12	0.10	0.14	0.34	
Onk1-4	M	78.26	0.07	13.43	0.79	....	0.28	0.40	2.97	3.79	99.99
	SD	0.53	0.03	0.06	0.04	....	0.01	0.01	0.10	0.61	
Onk2-1	M	75.84	0.05	14.45	0.45	....	0.38	0.66	4.12	4.06	100.01
	SD	0.29	0.02	0.12	0.04	....	0.05	0.03	0.08	0.36	
Onk2-2	M	75.14	0.12	14.32	0.89	....	0.46	1.42	3.66	3.98	99.99
	SD	0.45	0.02	0.30	0.05	....	0.02	0.28	0.14	0.13	
Onk2-3	M	78.17	0.06	13.55	0.84	....	0.33	0.39	2.97	3.70	100.01
	SD	0.50	0.01	0.08	0.04	....	0.05	0.02	0.11	0.47	
Onk2-4	M	70.17	0.56	15.43	3.83	....	1.41	3.74	1.02	3.84	100.00
	SD	0.60	0.03	0.19	0.13	....	0.14	0.11	0.05	0.56	
Onk2-5	M	76.50	0.16	13.59	1.96	....	0.64	2.00	1.25	3.91	100.01
	SD	0.85	0.02	0.29	0.63	....	0.29	0.36	0.08	0.20	
Onk2-6	M	76.78	0.15	14.03	1.70	....	0.50	2.05	1.17	3.61	99.99
	SD	0.29	0.02	0.03	0.15	....	0.06	0.07	0.05	0.51	
Jm-1	M	75.54	0.20	13.95	1.11	....	0.57	1.36	3.78	3.49	100.00
	SD	0.17	0.02	0.22	0.02	....	0.05	0.03	0.07	0.32	
Kwt-1	M	77.24	0.10	12.91	1.13	....	0.36	1.02	3.58	3.66	100.00
	SD	0.29	0.02	0.11	0.08	....	0.04	0.03	0.09	0.28	
SK-1	M	78.26	0.11	13.12	1.22	0.03	0.34	1.12	3.32	2.47	99.99
	SD	0.34	0.02	0.13	0.04	0.01	0.05	0.02	0.21	0.23	

1 試料あたり10粒子の平均値と標準偏差 M: 平均値 SD: 標準偏差

1.509-1.512と非常に高い。主成分組成は、SiO₂ が72%前後と低い。これに対し TiO₂ が0.35~0.37%, Al₂O₃ が15.5~15.62%, K₂O+Na₂O が9%以上と高い。特に K₂O が4.8%前後と分析試料中最も高い。以上の特徴から、これらは阿蘇4火山灰 (Aso-4) に対比される。

御岳第1軽石 (On-PmI)

Onk 1-3, Onk 2-2, Jm-1 は、黒雲母、角閃石および繊維状軽石型火山ガラスを含む火山灰である。火山ガラスの屈折率は1.502—1.504である。主成分組成は、SiO₂ が75%強、MgO と CaO がそれぞれ0.5%および1.4%前後と中間的な値を示すことに対し、Al₂O₃ が14%前後、K₂O+Na₂O が7~7.5%前後と高めである。以上の特徴から、これらは御岳第1軽石 (On-PmI) に対比される。

洞爺火山灰 (Toya)

Onk 1-4, Onk 2-3 は、屈折率1.496—1.498の繊維束状の軽石型および少量のパブルウォール型火山

表 4 宮城県中・北部の示標テフラの岩相記載

示標テフラ	鉱物組成	火山ガラスの形態	屈折率
川崎スコリア (Z-K) 愛島軽石 (K-MD)	opx > cpx cum ; qt	pm	opx (γ) : 1.700-1.704 gl : 1.504-1.507 (1.505-1.506) cum (n_2) : 1.660-1.665
鳴子潟沼-上原テフラ (NK-U)	opx > cpx = mt	pm	gl : 1.492-1.500 opx (γ) : 1.711-1.715
肘折軽石 (Hj)	opx > ho ; qt	pm	gl : 1.499-1.501 opx (γ) : 1.712-1.714 ho (n_2) : 1.668-1.671
鳴子-柳沢テフラ (N-Y)	opx > ho, mt (bi, cpx) ; qt	pm > bw	gl : 1.501-1.503 opx (γ) : 1.717-1.722 (1.719) ho (n_2) : 1.673-1.676
鳴子-荷坂テフラ (N-N)	opx > mt : qt	pm	gl : 1.500-1.502 (1.501) opx (γ) : 1.724-1.728
北原火山灰 (Kt)	poor (mt > opx, cum)	pm	gl : 1.499-1.502
一迫軽石 (IcP)	opx > mt	pm	opx (γ) : 1.728-1.733

ARAI *et al.* (1986) による

表 5 宮城県中・北部の示標テフラ (火山ガラス) 主成分組成

示標テフラ	試料採取地		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Total
愛島軽石 (K-MD)	川崎町安達	M	76.94	0.12	14.47	1.01	...	0.61	1.79	1.27	3.88	100.00
		SD	0.53	0.02	0.44	0.03	...	0.06	0.07	0.04	0.22	
肘折軽石 (Hj)	宮崎町台の原	M	77.79	0.16	12.76	1.05	...	0.44	1.09	3.10	3.61	100.00
		SD	0.77	0.05	0.38	0.01	...	0.20	0.11	0.12	0.85	
鳴子潟沼-上原テフラ (NK-U)	鳴子町上ノ原	M	77.98	0.22	12.28	1.22	...	1.01	1.59	1.47	4.23	100.00
		SD	0.30	0.01	0.12	0.04	...	0.01	0.01	0.10	0.13	
鳴子-柳沢テフラ (N-Y)	岩出山町安沢	M	78.11	0.17	12.98	1.28	...	0.43	1.52	1.93	3.57	99.99
		SD	0.40	0.03	0.41	0.07	...	0.08	0.05	0.04	0.12	
鳴子-荷坂テフラ (N-N)	岩出山町安沢	M	78.01	0.12	12.93	1.29	...	37.0	1.28	1.88	4.12	100.00
		SD	0.33	0.01	0.15	0.02	...	0.03	0.03	0.04	0.34	
北原火山灰 (Kt)	一迫町十文字	M	77.61	0.07	13.37	0.61	...	0.32	0.70	3.89	3.43	100.00
		SD	0.32	0.02	0.14	0.03	...	0.05	0.03	0.05	0.33	
一迫軽石 (IcP)	一迫町十文	M	76.99	0.15	13.07	1.93	...	0.53	1.86	1.21	4.26	100.00
		SD	0.41	0.02	0.15	0.05	...	0.07	0.04	0.02	0.40	

1 試料あたり10粒子の平均値と標準偏差 M: 平均値 SD: 標準偏差

ガラスを含む。主成分組成は、SiO₂ が78%と高く、TiO₂ が0.06%、MgO が0.2%、FeO と CaO が1%以下と他の火山灰に比べ低い。2.9%程度の K₂O に比べ Na₂O が3.7%強と高い。以上の特徴からこれらは洞爺火山灰 (Toya) に対比される。

なお、Onk 1-2 は火山豆石を含むことから給源に近いローカルなテフラと予想された。火山ガラスの主成分組成では、SiO₂ が78%と高く、K₂O が2%以下と低いことから鳴子-柳沢テフラ層あるいは鳴子-荷

表 6 広域テフラの岩相記載

広域テフラ	鉱物組成	火山ガラスの形態	屈折率
十和田 a 火山灰 (To-a)	pl; opx; cpx	pm > bw	gl: 1.496-1.504 opx (γ): 1.706-1.708
十和田-中振火山灰 (To-Cu)	opx > cpx	pm	gl: 1.501-1.512 opx: 1.705-1.708 (1.707)
鬼界-アカホヤ火山灰 (K-Ah)	pl; opx, cpx, (ho, qt)	bw > pm	gl: 1.508-1.514 opx (γ): 1.709-1.712
恵庭-a 軽石 (En-a)	opx, cpx	pm	gl: 1.496-1.500 opx: 1.710-1.715 (1.713)
始良-Tn 火山灰 (AT)	pl; opi, cpx, (ho, qu)	bw > pm	gl: 1.498-1.501 opx (γ): 1.728-1.734
支忽降下軽石 1 (Spfal)	opx > cpx, ho (ol)	pm	gl: 1.501-1.505 opx: 1.729-1.735 (1.715-1.724) ho: 1.688-1.691
大山-倉吉軽石 (DKP)	pl; ho, opx, bi	pm	opx (γ): 1.702-1.708
阿蘇 4 火山灰 (Aso-4)	pl; ho, opx, cpx	bw > pm	gl: 1.506-1.514 opx (γ): 1.699-1.701 ho (n_2): 1.685-1.691
鬼界-葛原火山灰 (K-Tz)	pl, qt; opx, cpx	bw > pm	gl: 1.496-1.500 opx (γ): 1.705-1.709
御岳第 1 軽石 (On-Pm I)	ho, bi, (opx) (Rhyoritic)	pm	gl: 1.501-1.503 opx (γ): 1.706-1.711 (1.708) ho (n_2): 1.681-1.690
阿多火山灰 (Ata)	pl; opx, cpx	bw > pm	gl: 1.508-1.513 opx (γ): 1.704-1.708
洞爺火山灰 (Toya)	pl, qt; opx	pm > bw	gl: 1.494-1.497 opx (γ): 1.756-1.761
阿蘇 3 火山灰 (Aso-3)	pl, cpx, opx	pm, bw	gl: 1.516-1.518

新井・町田 (1980), 町田ほか (1984), 町田 (1986) および ARAI *et al.* (1986) による

坂テフラ層の可能性が考えられた。しかし Onk 1-2 は、角閃石を含まないことおよび斜方輝石の屈折率から鳴子一荷坂テフラ層に対比された。Onk 2-1, Onk 2-4 に対比されるテフラは見いだせなかった。Onk 2-5, 6 は、化学組成からいずれも一迫軽石層に一致するが、上位の Onk 2-5 は再堆積物質と考えられる。

V. 宮城県中・北部に認められる広域テフラの層位と第四紀後期編年上の意義

以上のように後期更新世の広域テフラに対比された各細粒ガラス質火山灰について、その産出層位をまとめれば以下になる (図 9)。

始良 Tn 火山灰 (AT) は、宮城県中部で川崎スコリア層の上位に、同北部で鳴子潟沼一上原テフラ層の下位²⁾、鳴子一柳沢テフラ層の上位に挟在する (図 9)。

阿蘇 4 火山灰 (Aso-4) は、宮城県中部で川崎スコリア層の下位、愛島軽石層の上位に挟まれ³⁾、同北部では鳴子一柳沢テフラ層の下位、鳴子一荷坂テフラ層の上位に認められる (図 9)。鳴子一荷坂テフラ層の

表 7 広域テフラ (火山ガラス) の主成分組成

広域テフラ	試料採取地		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Total
十和田 a 火山灰 (To-a)	十和田湖町 睡蓮沼	M	75.94	0.33	13.45	1.80	····	0.62	2.14	1.41	4.30	100.01
		SD	0.25	0.03	0.05	0.04	····	0.04	0.06	0.02	0.30	
十和田-中振火 山灰 (To-Cu)	十和田湖町 宇樽部	M	74.98	0.40	14.11	2.31	····	0.90	2.79	1.32	3.40	100.01
		SD	0.43	0.03	0.15	0.13	····	0.08	0.14	0.04	0.44	
鬼界-アカホヤ 火山灰 (K-Ah)	西之表市 島間	M	74.88	0.51	12.98	2.46	····	0.49	2.04	2.77	3.87	99.99
		SD	0.25	0.02	0.16	0.06	····	0.02	0.10	0.03	0.22	
恵庭-a 軽石 (En-a)	日高町三岡	M	77.65	0.11	13.06	1.38	····	0.43	1.41	2.54	3.31	99.99
		SD	0.25	0.02	0.15	0.02	····	0.07	0.03	0.07	0.26	
始良-Tn 火山灰 (AT)	入戸火砕流	M	77.40	0.10	12.98	1.20	0.05	0.34	1.12	3.43	3.38	100.00
		SD	0.30	0.02	0.14	0.03	0.02	0.04	0.02	0.08	0.23	
支忽降下軽石 (Spfa 1)	門別町富川	M	77.52	0.15	13.08	1.38	····	0.36	1.41	2.57	3.53	100.00
		SD	0.29	0.02	0.09	0.02	····	0.03	0.03	0.06	0.28	
阿蘇 4 火山灰 (Aso-4)	竹田市戸上	M	71.71	0.38	15.51	1.44	0.05	0.54	1.04	5.02	4.32	100.00
		SD	0.16	0.02	0.15	0.02	0.02	0.03	0.14	0.07	0.18	
鬼界-葛原 火山灰 (K-Tz)	国分市	M	79.37	0.17	12.82	0.96	····	0.50	1.04	3.03	2.11	100.00
		SD	0.26	0.03	0.11	0.03	····	0.04	0.05	0.04	0.30	
御岳第 1 軽石 (On-Pm I)	小山町生土	M	75.34	0.13	14.61	0.91	····	0.52	1.56	3.46	3.48	100.01
		SD	0.90	0.02	0.22	0.03	····	0.10	0.03	0.15	0.79	
阿多火山灰 (Ata)	国分市	M	73.96	0.40	13.84	2.06	····	0.70	1.83	3.16	4.09	99.99
		SD	0.18	0.03	0.12	0.06	····	0.10	0.06	0.20	0.05	
洞爺火山灰 (Toya)	江差町砂川	M	78.10	0.07	13.47	0.89	0.08	0.22	0.37	2.95	3.84	99.99
		SD	0.24	0.02	0.10	0.22	0.03	0.07	0.03	0.18	0.28	
阿蘇 3 火山灰 (Aso-3)	竹田市 竹田高校	M	69.88	0.49	15.72	2.04	····	0.77	1.66	5.23	4.22	100.01
		SD	0.19	0.02	0.13	0.10	····	0.10	0.06	0.04	0.13	

1 試料あたり10粒子の平均値と標準偏差 M: 平均値 SD: 標準偏差

直下には北原火山灰層があるが、さらにその下位に御岳第 1 軽石 (On-PmI) が認められる⁴⁾ (図 9)。

洞爺火山灰 (Toya) は、御岳第 1 軽石 (On-PmI) の下位、一迫軽石層の上位⁹⁾に認められる (図 9)。

このように本研究において、宮城県に分布する示標テフラと広域テフラとの層序関係を明らかにした結果、宮城県の示標テフラの層序およびそれに基づく旧石器産出層位 (東北歴史資料館・石器文化談話会 1986) を全国的な第四紀層序の枠組みに組み込むことができた。特に鬼首において、On-PmI と Toya との間に明確な上下関係を確認できたことは、東北日本北部の重要な示標テフラである Toya の層位を、南関東における後期更新世広域テフラ層序に組み込んだ点で意義がある。同時にこの成果は、これまで Aso-4 および Toya と海成面・段丘構成層との層位関係から組み立てられてきた東北日本北部における後期更新世海成面編年 (宮内 1988) をより確かなものとする。すなわち東北地方北部沿岸の垂直隆起量の大きな地域において、最終間氷期極相期海成段丘 (12.5 万年 B.P. 頃形成) の下位に発達する海成面 (たとえば能代平野の畑谷 II 面, 八戸付近の多賀台面) は、Toya に風成で覆われ、その下位の海成面が Aso-4 で風成で覆われることから 10 万年前頃の離水と考えられていた (八木・宮内 1986, 宮内 1988)。南関東において既に明らかにされているとおり On-PmI は、8 万年前頃離水した小原台面構成層の最上部に挟まれる (町田・鈴木 1971, 町田ほか 1985)。従って On-PmI の下位に Toya があることは、隆起地域において Toya を風成でのせる最も下位の海成面が、12.5 万年 B.P. (下末吉海進) 以降 8 万年 B.P. (小原台

図9 宮城県中・北部のテフラ総合柱状図

海進) 以前に離水したことをより確実にする。

VI. まとめ

本研究で明らかになった事項を要約すれば次のようになる。

1. 宮城県中・北部には始良 Tn 火山灰 (AT), 阿蘇 4 火山灰 (Aso-4), 御岳第 1 軽石 (On-Pml), 洞爺火山灰 (Toya) の 4 枚の後期更新世広域テフラが, 周辺火山起源の示標テフラに挟まれて存在する。特に鬼首では後期更新世の広域テフラである Aso-4, On-Pml, Toya がわずかに 1.5m の堆積物中に認められる。現時点で鬼首は, On-Pml および Toya の分布のほぼ北限と南限になるが, 各テフラの層厚からみてより遠い地点にまで分布すると予想される。

2. 宮城県中部の後期更新世テフラ層序は, 上位より順に始良 Tn 火山灰 (AT), 川崎スコリア層, 阿蘇 4 火山灰 (Aso-4), 愛島軽石層である。同北部では, 上位より鳴子湯沼-上原テフラ層, 始良 Tn 火山灰 (AT), 鳴子-柳沢テフラ層, 阿蘇 4 火山灰 (Aso-4), 鳴子-荷坂テフラ層, 北原火山灰層, 御岳第 1 軽石 (On-Pml), 洞爺火山灰 (Toya), 一迫軽石層の順で認められる。この結果, 宮城県中・北部におけるテフラ層序が全国的な第四紀後期のテフラ層序に組み込まれた。特に鬼首において, 御岳第 1 軽石 (On-Pml) と洞爺火山灰 (Toya) との間に明確な上下関係を確認できたことは, Toya の層位を, 南関東における後期更新世広域テフラ層序に組み込んだ点で意義がある。また これより東北地方北部沿岸の垂直隆起量の大きな地域における 12.5 万年 B.P. から 8 万年 B.P. の間に発達した海成面の存在が支持される。

謝 辞

小論の作成に際し, 東北大学理学部岩鉱教室の青木謙一郎教授には EPMA の使用をお許しいただいた。また同教室藤巻和宏博士には EPMA の使用にあたり直接御指導いただいた。群馬大学教育学部の新井房夫教授には, 火山ガラスの屈折率を測定していただいた。小論は, 筆者の 1 人である早田の東京都立大学大学院在学中の研究に基づくところが大きく, その際町田 洋教授にはご指導いただいた。現地調査にあたって, 宮城県立鶯沢工業高校の梅津 謙教諭には快く宿泊の便宜をはかっていただいた。地質調査

所の奥村晃史博士には、誠に有益なご批判ご討論をいただいた。以上の皆様にここに記して感謝の意を表します。

最後に1989年3月に東北大学理学部を退官された設楽 寛先生に小論を捧げます。

注

- 1) 今回発見した広域テフラ以外に、対比の可能性のあるテフラとして分析したもの全てについてその結果を示した。
- 2) AT の上位にある鳴子潟沼一上原テフラ層は、第一近似的に2万年頃の噴出と考えられる。
- 3) Aso-4 の下位にある愛島軽石層は、第一近似的に8~9万年前の噴出と考えられる。
- 3) Aso-4 と On-Pm I との間の層準に認められる鳴子一荷坂テフラ層と北原火山層は、第一近似的にそれぞれ7~8万年前の噴出と考えられる。
- 4) 一迫軽石層はその上位に Toya が認められ、馬場壇A遺跡においてその下位に赤色土壌が発達している(山田ほか 1986)。従って一迫軽石層の噴出年代は、第一近似的に10~11万年前頃と考えられる。
- 5) 一迫軽石層の上下の層準で発見された旧石器の年代観は、最終間氷期頃にまで遡ることになる。
- 6) 直接的に10万年 B.P. 頃の離水とする資料はないが、サンゴ礁地域で明らかにされた後期更新世海成段丘編年にあてはめるならその時期の海成段丘に対比される。
- 7) その後の調査の結果、On-Pm I の分布の北端は岩手県胆沢扇状地であることが明らかとなった(早田 1989)。

文 献

- 新井房夫・町田 洋 (1980): 日本のテフラ・カタログ I—西南日本~東北地方の第四紀後期示標テフラの岩石記載的研究. 軽石学雑誌, **6**, 65-76.
- ARAI, F., MACHIDA, H., OKUMURA, K., MIYAUCHI, T., SODA, T. and YAMAGATA, K. (1986): Catalogue for late Quaternary marker-tephras in Japan II - Tephras occurring in northeast Honshu and Hokkaido-. *Geogr. Rep. Tokyo Metropol. Univ.*, **21**, 223-250.
- 市川米太 (1983): 座散乱木遺跡とその周辺遺跡の熱ルミネッセンス年代. 石器文化談話会編「座散乱木遺跡Ⅲ」, 95-96.
- (1986): 馬場壇A遺跡関連の TL 年代. 東北歴史資料館・石器文化談話会編「馬場壇A遺跡 I—前期旧石器時代の研究—」, 東北歴史資料館資料集, **14**, 131-132.
- (1987): 青葉山遺跡B地点の TL 年代. 東北大学埋蔵文化財調査年報, **2**, 127-128.
- 板垣直俊 (1980): 仙台周辺の2つの示標テフラについて. 東北地理, **32**, 46.
- ・豊島正幸・寺戸恒夫 (1981): 仙台およびその周辺地域に分布する洪積世末期のスコリア層. 東北地理, **33**, 48-53.
- 蟹沢聰史 (1985): 仙台市及び周辺に分布する愛島軽石とその深成岩質岩片について—噴出源の推定と極端に乏しいトーナル岩の存在—. 岩鉱会誌, **80**, 352-362.
- 加藤磐雄・島田昱郎 (1953): 栗駒火山西山麓 緑色凝灰岩地域の地質及び特に三途川・首鬼湖成層について. 岩鉱会誌, **39**, 190-194.
- 奥水達司 (1983): 座散乱木遺跡とその周辺のフィッシュン・トラック年代. 石器文化談話会編「座散乱木遺跡Ⅲ」, 97-99.
- (1986): 馬場壇A遺跡の火山灰のフィッシュン・トラック年代. 東北歴史資料館・石器文化談話会編「馬場壇A遺跡 I—前期旧石器時代の研究—」, 東北歴史資料館資料集, **14**, 133-138.
- (1987): 愛島軽石層のフィッシュン・トラック年代. 東北大学埋蔵文化財調査年報, **2**, 132-133.
- (1988): 馬場壇A遺跡およびその周辺のフィッシュン・トラック年代. 東北歴史資料館・石器文化談話会編「馬場壇A遺跡Ⅱ—前期旧石器時代の研究—」, 東北歴史資料館資料集, **23**, 55-64.
- 町田 洋 (1986): 地史を解説する上の鍵層となるテフラ層. 相模原市地形・地質調査会編「相模原の地形・地質調査報告書」, 第3報, 4-7.
- ・新井房夫 (1983): 広域テフラと考古学. 第四紀研究, **22**, 133-148.
- ・鈴木正男 (1971): 火山灰の絶対年代と第四紀後期の編年—フィッシュン・トラック法による試み. 科学, **41**, 263-270.
- ・新井房夫・百瀬 貢 (1985): 阿蘇4火山灰——分布の広域性と後期更新世示標層としての意

- 義・火山, 第2集, **30**, 129-145.
- ・——・宮内崇裕・奥村晃史 (1987): 北日本を広く覆う洞爺火山灰. 第四紀研究, **26**, 129-145.
- ・——・小田静夫・遠藤邦彦・杉原重夫 (1984): テフラと日本考古学—考古学研究と関係するテフラのカタログ—. 渡辺直経編「古文化財に関する保存科学と人文・自然科学」, **86**, 5-928.
- 松本英二・前田保夫・竹村恵二・西田史朗 (1987): 始良 Tn (AT) の ^{14}C 年代. 第四紀研究, **26**, 79-83.
- 宮内崇裕 (1988): 東北地方北部における後期更新世海成面の対比と編年. 地理評, **61**, 404-422.
- 中井信之 (1988): 放射性炭素年代測定結果の報告. 東北歴史資料館・石器文化談話会編「馬場壇A遺跡Ⅱ——前旧石器時代の研究——」, 東北歴史資料館資料集, **23**, 52.
- 小元久仁夫 (1964): 宮城県鬼首盆地の地形発達史, 東北地理, **16**, 61-70.
- (1966): 宮城県鳴子盆地の地形発達史, 地理評, **39**, 521-537.
- OMOTO (1983): Radiocarbon dating using a low-background liquid scintillation counting system. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 7th ser.*, **33**, 23-43.
- 佐藤高晴 (1987): 青葉山遺跡B地点の火山灰の ESR 年代, 東北大学埋蔵文化財調査年報, **2**, 129-130.
- 早田 勉 (1984): 鳴子火山から噴出した第四紀後期のテフラ. 火山, 第2集, **29**, 338.
- (1988): 旧石器時代の示標テフラ. 日本第四紀学会講演要旨集, **18**, 14-17.
- (1989): テフクロノロジーによる前期旧石器時代遺物包含層の検討—仙台平野北部の遺跡を中心に. 第四紀研究, (投稿中).
- 庄子貞雄・山田一郎・高橋 正 (1983): 座散乱木遺跡を中心とした遺跡土壌の土壌学的研究. 石器文化談話会編「座散乱木遺跡Ⅲ」, 80-94.
- 須藤 隆・梶原 洋・佐川正敏 (1985): 青葉山B遺跡の調査成果. 日本考古学協会第51回総会研究発表要旨, 13-14.
- 東北歴史資料館・石器文化談話会 (1986): 馬場壇A遺跡と層序. 東北歴史資料館・石器文化談話会編「馬場壇A遺跡Ⅰ——前期旧石器時代の研究——」, 東北歴史資料館資料集, **14**, 1-25.
- 宇井忠英・杉村 新・芝橋敬一 (1973): 肘折火砕流堆積物の ^{14}C 年代. 火山, 第2集, **8**, 171-172.
- 八木浩司・宮内崇裕 (1986): 能代平野北部における洞爺火山灰の発見とその編年学上の意味. 東北地理, **38**, 236-237.
- YAMADA, E. (1972): Study on the stratigraphy of Onikobe area, Miyagi Prefecture, Japan - with special reference to the development of the Onikobe Basin-. *Geol. Surv. Japan Bull.*, **23**, 217-231.
- 山田一郎・庄子貞雄 (1983): 火山ガラスの性質ならびに火山帯とテフラの性質との関係について. 日本土壌肥科学雑誌, **54**, 311-318.
- ・——・阿部 隆 (1986): 馬場壇A遺跡を中心とする旧石器時代遺跡土壌の土壌学的検討. 東北歴史資料館・石器文化談話会編「馬場壇A遺跡Ⅰ——前期旧石器時代の研究——」, 東北歴史資料館資料集, **14**, 118-122.
- 米地文夫・菊池強一 (1966): 尾花沢軽石層について. 東北地理, **18**, 23-28.

(1989年5月16日受付, 1989年10月16日受理)