新潟地域の月岡ゴマシオテフラ層および房総半島の Kd18 テフラ層と 会津地域の芦野火砕流堆積物との対比

Correlation of the Early Pleistocene Tugm Tephra Bed in the Niigata region and Kd18 Tephra Bed in the Boso Peninsula to the Ashino Pyroclastic Flow Deposit in the Aizu region, northeast Japan

坂井 一* 黒川勝己**

Hajime Sakai* and Katsuki Kurokawa**

2004年10月8日受付.

2005年7月25日受理.

* 長岡市立養護学校

Nagaoka Municipal Yogo School, Oazahigoshi 1402, Nagaoka
940-2138, Japan.

** 新潟大学教育人間科学部

Faculty of Education and Human Sciences, Niigata University,
Ikarashi-2, Niigata 950-2181, Japan.

Corresponding author: H. Sakai,

Abstract: The early Pleistocene Tugm Tephra Bed in the Niigata region and the Kd18 Tephra Bed in the Boso Peninsula were correlated to the Ashino Pyroclastic Flow Deposit in the Aizu region. They contain bubble-junction type glass shards and high quartz in common. Chemical composition of glass shard and orthopyroxene ($Mg\# = 63.6-66.0$) of these tephra is also coincident. These tephra are expected to be found as marker beds in Japan.

Key words: tephra, correlation, Tugm, Kd18, Ashino Pyroclastic Flow, Niigata, Boso, Aizu

はじめに

近年、新潟県の魚沼丘陵や西山および新津丘陵の更新世前期テフラ層は上総層群黄田層などのテフラ層と広域対比され、中には給源近傍の火砕流堆積物と対比されるものも見出されている(長橋ほか, 2000). しかし、新潟地域ではこのほかに新津丘陵 HK50 テフラ層(黒川・大橋, 1998)や月岡ゴマシオテフラ層(Tugm)(黒川ほか, 2001)、常楽寺ガラス質テフラ層(Jjj)(黒川ほか, 1999)といった更新世前期の広域テフラ層が見出されており、それらは房総半島のテフラと対比されている(坂井, 2001; 黒川・大橋, 1998; 黒川ほか, 1999, 2002). しかしながら、それらのテフラの給源地域・火山についてはよく分かっていない.

一方、福島県会津および白河地域の白河火砕流とその相当層(吉田・高橋, 1991; 山元, 1999 など)は複数の火砕流堆積物からなるが、それらの噴出年代は上述した広域テフラ層の年代と重なる. 本研究では、白河火砕流のうちの芦野火砕流堆積物と記載岩石学的特徴が類似した新潟地域の上述の3層

Fig. 1. Sampling localities of the Tugm ($138^{\circ} 59' 01''$ E, $37^{\circ} 35' 14''$ N) in Niigata region, Kd18 Tephra Bed ($140^{\circ} 11' 9''$ E, $35^{\circ} 12' 58''$ N) in Boso Peninsula and Ashino Pyroclastic Flow Deposit ($139^{\circ} 59' 48''$ E, $37^{\circ} 14' 25''$ N) in Aizu region, northeast Japan.

のテフラ層との対比を検討した(Fig. 1). その際、新たにテフラ中の斜方輝石の化学組成のデータを加え、新潟地域と房総地域のテフラの対比(黒川ほか, 2002)の再検証も行った.

研究史

白河火砕流は時間間隙を挟んだ複数の火砕流および降下火砕堆積物からなり、下位より隈戸火砕流、十日市降下火砕堆積物、芦野火砕流、金勝寺降下火砕堆積物、西郷火砕流、天栄火砕流、鎌房山火砕流・降下火砕堆積物に区分され、これらの火砕流堆積物は斜方輝石の化学組成によって識別することができる(吉田・高橋, 1991).

芦野火砕流堆積物は、福島県下郷町湯野上から西郷村甲子に達する径 17×15 km の塔のへつりカルデラを噴出源とし、下郷町湯野上の男女川上流部での層厚は 500 m 以上である(山元, 1999). 噴出量はマグマ量に換算して約 25 km^3 以上である(吉田・高橋, 1991). 芦野火砕流堆積物の年代については、K-Ar 年代として $1.28 \pm 0.13 \text{ Ma}$ と $1.76 \pm 0.33 \text{ Ma}$ (NEDO, 1990) が、ジルコンの FT 年代として $1.4 \pm 0.2 \text{ Ma}$ の年代(山元, 1999)が報告されている. また芦野火砕流堆積物は逆帯磁を示し、マツヤマクロン上部に対比されている(Manabe, 1980). 以上のことから山元(1999)は、芦野火砕

Table 1. Petrographic characteristics of grain components of the tephra in 3-4 ϕ (1/8-1/16 mm) fraction. sp. : sampling number. Gl: glass shards, Fld: feldspar, HQ: high quartz, Hm: heavy minerals. H,C,T: shape of glass shards after Yoshikawa (1976). Bt: biotite, Hbl: hornblende, oxH: oxyhornblende, Opx: orthopyroxene, Cpx: clinopyroxene, Aln: allanite, Ap: apatite, Grt: garnet, Zrn: zircon, Opg: opaque minerals. * < 0.5 %. ref. : references, A: Kurokawa et al. (2002).

tephra	sp.	Gl	Fld	HQ	Hm	H	C	T	Bt	Hbl	oxH	Opx	Cpx	Aln	Ap	Grt	Zrn	Opg	ref.
Jjj		77	20	*	3	57	29	14	3	28	*	25	26		8			10	A
Tugm	T2	48	43	*	9	74	21	5	6	11	*	46	16		*			20	A
	T1	47	42	*	11	32	32	36		1		51	35		1			12	
Kd18		73	21	*	6	64	25	11	1	2		44	40		*			13	A
Ashino		51	43	1	5	42	19	39		4		46	22		2			26	
HK50		58	25	10	7	93	6	1	3	5		56	8	*	1			27	

Table 2. Chemical composition of glass shards of the tephra. Total oxide weights are converted to 100 %. The Aira-Tn (AT) Tephra at Oyamake, Tottori Prefecture was analyzed through the same routine. FeO*: Total Fe as FeO. n: analyzed sample numbers. Ave. : average, S. D. : standard deviation (1 σ).

tephra	sp.	SiO ₂		TiO ₂		Al ₂ O ₃		FeO*		MnO		MgO		CaO		Na ₂ O		K ₂ O		n.
		Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	
Jjj		78.63	0.45	0.23	0.04	12.01	0.18	1.33	0.17	0.04	0.04	0.29	0.04	1.77	0.12	3.63	0.13	2.08	0.12	20
Tugm	T2	78.79	0.72	0.29	0.05	11.97	0.59	1.43	0.12	0.08	0.05	0.25	0.03	1.62	0.10	3.07	0.23	2.49	0.15	20
Kd18		78.78	0.31	0.29	0.05	11.92	0.19	1.47	0.11	0.06	0.05	0.25	0.04	1.62	0.12	3.13	0.19	2.47	0.14	20
Ashino		78.64	1.07	0.32	0.07	12.08	0.66	1.46	0.11	0.11	0.04	0.28	0.03	1.64	0.10	2.91	0.35	2.56	0.15	20
HK50		78.75	0.22	0.20	0.03	11.69	0.12	1.29	0.05	0.06	0.02	0.17	0.01	1.06	0.04	3.37	0.09	3.41	0.16	20
AT		78.53	0.39	0.13	0.04	12.19	0.14	1.21	0.10	0.06	0.05	0.10	0.02	1.09	0.06	3.48	0.24	3.20	0.23	20

Fig. 2. Histograms of Mg# (100 Mg/ (Mg + Fe)) and Wo (100 Ca/ (Ca + Mg + Fe)) values of the orthopyroxene in the tephra. n: number, N: total analyzed grains.

Fig. 3. Correlation of the Tugm-Kd18-Ashino P. F. D.. ⑨, ⑩ and ⑪ show nanno-fossil datum planes (Sato et al., 1999).

流堆積物を 1.4–1.2 Ma に噴出したと考えた。

新潟地域の HK50, Tugm, Jji は魚沼層群中部層相当層準の皆川層や西山層中に挟在する。これら 3 層の放射年代は測定されていないが、佐藤ほか (1999) による出雲崎町常楽寺ルートにおける石灰質ナノ化石基準面とテフラ層との層位関係と、黒川・大橋 (1998) によるテフラ層の対比から、HK50 は 1.65 Ma とされる石灰質ナノ化石基準面 11 より上位、Jji は 1.16 Ma とされる基準面 7 より下位に位置する。

一方、HK50, Tugm, Jji は房総半島の上総層群黄田層に挟在する Kd21.5 (坂井, 2001), Kd18, Kd8 テフラ層 (三梨ほか, 1959) にそれぞれ対比される。石灰質ナノ化石基準面との関係は、Kd21.5 は基準面 11 より上位、Kd8 は 1.21 Ma とされる基準面 8 より下位に位置する (佐藤ほか, 1999)。

テフラの記載

テフラ試料の処理と岩石学的特徴の記載、および火山ガラスの化学組成の測定の方法は坂井 (2004) に従った。斜方輝石の化学組成の測定の方法は、坂井・黒川 (2002) と同じである。

HK50, Tugm, Jji はいずれも高温型石英と Y 字状の突起をもつ偏平型ガラスを含み、有色鉱物は斜方輝石が多いなど記載岩石学的に互いによく似たテフラである (Table 1)。しかし、火山ガラスに含まれる K₂O 量は HK50 で約 3.2–3.8 %, Tugm で約 2.3–2.9 %, Jji で約 1.8–2.3 % の範囲の値を示し、互いに重複しない (Table 2)。また斜方輝石の Mg# 値 (100 Mg / (Mg + Fe)) は HK50 で 58–60, Tugm で 64–65, Jji で 66–67 と互いに異なる (Fig. 2) ことから、3 層のテフラ層は互いに識別することができる。ここでは芦野火砕流堆積物、Tugm, Kd18 の記載を行う。

芦野火砕流堆積物は、塊状で非溶結のホルンブレンド単斜輝石斜方輝石デイサイト質で、斜方輝石や単斜輝石の結晶片の目立つ粗粒火山灰からなる基質と、最大径約 20 cm の白色軽石や径 1 cm 以下の石質岩片からなる。対比の検討には基質の粗粒火山灰の試料を用いた。基質は、偏平および多孔質型の火山ガラス (吉川, 1976) が多いが、その他に Y 字状の突起をもつ偏平型ガラスおよび 1 % 程度の高温型石英を含む。有色鉱物全体の約 90 % は斜方輝石、不透明鉱物、単斜輝石である。火山ガラスの化学組成は、FeO* = 1.20–1.63 %, CaO = 1.44–1.81 %, Na₂O = 2.27–3.50 %, K₂O = 2.36–2.86 % の組成範囲を示す。斜方輝石の化学組成

は、Mg# = 63.3–72.2, Wo (100 Ca / (Ca + Mg + Fe)) = 1.91–5.77 の範囲の値を示す。これらの今回測定した芦野火砕流堆積物中の斜方輝石の Mg# および Wo は、吉田・高橋 (1991) の示した値とほぼ一致する。

Tugm は全層厚約 80 cm で、基底から 8 cm は中粒砂ないし細粒砂サイズで有色鉱物の目立ついわゆるゴマシオ状テフラ層である (Table 1 の試料 T1)。その上位は極細粒砂ないしシルトサイズのガラス質テフラ層である (同試料 T2)。記載岩石学的には基底部、上部ともに Y 字状の突起をもつ偏平型ガラスおよび高温型石英を含み、有色鉱物は斜方輝石、不透明鉱物が多い。火山ガラスの化学組成は、FeO* = 1.17–1.69 %, CaO = 1.32–1.80 %, Na₂O = 2.72–3.45 %, K₂O = 2.30–2.91 % の組成範囲を示す。斜方輝石の化学組成は、Mg# = 63.5–66.1, Wo = 1.89–6.27 の範囲の値を示す。

Kd18 は全層厚約 60 cm で、厚さ 1–3 cm の極細粒砂ないしシルトサイズのガラス質テフラ層が細互層状を示す。Y 字状の突起をもつ偏平型ガラスおよび高温型石英を含み、有色鉱物は斜方輝石、単斜輝石が多い。火山ガラスの化学組成は、FeO* = 1.33–1.78 %, CaO = 1.30–1.78 %, Na₂O = 2.85–3.45 %, K₂O = 2.21–2.86 % の組成範囲を示す。斜方輝石の化学組成は、Mg# = 63.7–66.26, Wo = 1.88–2.55 の範囲の値を示す。

対 比

Tugm と Kd18 は既に対比されているが (黒川ほか, 2002)、本報告では斜方輝石の EPMA 分析からもその広域対比を検証した。斜方輝石の Mg#, Wo はいずれも類似した値を示し、特に Mg# では 64.0–65.0 の値を示す粒の頻度が際立って高い (Fig. 2)。以上のことから Tugm と Kd18 は確実に広域対比できる。

Tugm と芦野火砕流堆積物中の火山ガラスの化学組成は、FeO がそれぞれ 1.17–1.69 % と 1.20–1.63 %, CaO が 1.32–1.80 % と 1.44–1.81 %, Na₂O が 2.72–3.45 % と 2.27–3.50 %, K₂O が 2.30–2.91 % と 2.36–2.86 % と極めて類似した組成範囲を示す (Table 2)。また斜方輝石の化学組成は、Mg# は 63.5–66.1 と 63.3–72.2, Wo は 1.89–6.27 と 1.91–5.77 の類似した値を示し、いずれも Mg# = 64.0–65.0 の値を示す粒の頻度が際立って高いことも共通している (Fig. 2)。また年代については、Tugm は 1.65–1.16 Ma, Kd18 は 1.45–1.27 Ma の間に堆積したと推定され、これは芦

野火砕流堆積物は噴出年代 (1.4–1.2 Ma) と同時期である。以上のことに加え, Tugm および Kd18 の近接した層準にはそれらと記載岩石学的特徴, 火山ガラスおよび斜方輝石の化学組成の類似するテフラ層は他に見出されないことから, Tugm および Kd18 は芦野火砕流堆積物に対比される可能性が高いと考えられる。

Tugm の層厚は, 新潟地域では新津丘陵から三条市東部では約 60–100 cm, 西山丘陵では約 10–50 cm で, 魚沼丘陵では見出されず, 相対的に東寄りの地域ほど厚い傾向が認められる。このことも Tugm が, 新潟地域の東方の会津地域を給源とするとの結論と調和的である。

さらに, Tugm の下位の HK50 は際立って多くの高温型石英を含むが (Table 1), 芦野火砕流堆積物の下位の隈戸火砕流堆積物も石英に富む (吉田・高橋, 1991)。また今回測定した HK50 の斜方輝石の Mg# および Wo の値 (55.7–74.2, 0.53–4.18) は, 吉田・高橋 (1991) が示した隈戸火砕流堆積物の組成分布と類似しており, また Wo = 2.4–2.5 の粒の頻度がいずれも特に高いことが共通していることから, 互いに対比される可能性がある (Fig. 3)。今後, 会津・白河地域を給源とする広域テフラ層が新潟地域や房総半島などにおいてさらに見出されることが期待される。

謝辞 本研究は筆者の一人の坂井の新潟大学大学院教育学研究科修士論文の一部にその後の検討を加え, まとめたものである。新潟大学理学部の志村俊昭氏には EPMA 分析にあたって種々, 御教示いただいた。新潟大学大学院教育学研究科の平中宏典氏には表の作成にご協力いただいた。また, 2 名の査読者には有益なご指摘をいただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 黒川勝己・石田隆一・坂井 一, 2001, 三条市月岡ルートにおける平層～皆川層の更新世前期火山灰層とその対比。新潟大教育人間紀要 (自然科学編), **4**, 9-31.
- 黒川勝己・大橋理香, 1998, 新潟県新津丘陵地域の更新世前期の火山灰層—とくに SK110 および SK100 火山灰層準の火山灰層について—。新潟大教育人間紀要 (自然科学編), **1**, 17-61.
- 黒川勝己・坂井 一・樋渡晴美・大橋理香・樋口裕也, 2002, 新津丘陵中央部 (五泉市門前) ～加茂市東部の平層と皆川層の火山灰層とその対比—とくに房総半島黄和田層中のテフラ鍵層 Kd18 および Kd8 との対比について—。新潟大教育人間紀要 (自然科学編), **4**, 66-125.
- 黒川勝己・富田裕子・青木豊樹・沢栗隆之・丸山悦子, 1999, 新潟県出雲崎町常楽寺ルートにおける西山層の火山灰層—とくに Jij および Sig 火山灰層の対比について—。新潟大教育人間紀要 (自然科学編), **1**, 63-101.
- Manabe K., 1980, Magnetostratigraphy of the Yamato Group and the Sendai Group, Northeast Hoshu, Japan (II). *Sci. Rep. Fukushima Univ.*, **30**, 49-71.
- 三梨 昂・安国 昇・品田芳二郎, 1959, 千葉県養老川・小櫃川の上総層群の層序。地調月報, **10**, 82-98.
- 長橋良隆・里口保文・吉川周作, 2000, 本州中央部における鮮新—更新世の火砕流堆積物と広域火山灰層との対比および層位噴出年代。地質雑, **106**, 51-69.
- NEDO (新エネルギー総合開発機構), 1990, 那須地域火山地質図および那須地域地熱地質編図説明書。68p.
- 坂井 一, 2001, 新潟県の更新世前期火山灰層の対比とその給源方向。日本地質学会第 108 年学術大会講演要旨, 233.
- 坂井 一, 2004, 新潟県魚沼層群の更新世前期テフラ層序。地球科学, **56**, 161-178.
- 坂井 一・黒川勝己, 2002, 新潟地域の SK110, SK100 火山灰層と房総半島黄和田層の Kd25, Kd24 火山灰層の対比。地球科学, **56**, 217-230.
- 佐藤時幸・亀尾浩司・三田 勲, 1999, 石灰質ナンノ化石による後期新生代地質年代の決定精度とテフラ層序。地球科学, **53**, 265-274.
- 山元孝広, 1999, 田島地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所。85p.
- 吉田英人・高橋正樹, 1991, 白河火砕流東部地域の地質。地質雑, **97**, 231-249.
- 吉川周作, 1976, 大阪層群の火山灰層について。地質雑, **82**, 497-515.