

上士幌町居辺川から産出する黒曜岩礫の K-Ar 年代および全岩化学組成

乙幡 康之¹⁾

K-Ar age and whole-rock chemical compositions of obsidian gravel from the Oribe River in Kamishihoro, Hokkaido, Japan

Yasuyuki OPPATA¹⁾**Abstract**

It is known that three types of obsidian are distributed in the Tokachi, Hokkaido, Japan. Among these, the K-Ar age and whole rock chemical composition of Tokachi type-III obsidian were clarified. The K-Ar age of Tokachi type-III obsidian is estimated to be 0.84 Ma, which is significantly younger than that of Tokachi type-I obsidian with partially overlapping distributions. Obsidian of Tokachi type-II and Tokachi type-III had similar chemical compositions and could not be clearly distinguished. Tokachi type-II and Tokachi type-III obsidian are treated as different types of obsidian because of their different distribution and petrological characteristics, but they may be the same type of obsidian.

はじめに

北海道十勝地方には化学組成の異なる黒曜岩が知られ、十勝 I (十勝三股, 上士幌系) と十勝 II (十勝別, 美蔓系) の 2 タイプに分類されてきた (Wada et al. 2014, 金成ほか 2010, 向井・和田 2004, 吉谷 2004, 藁科・谷島 1992 など). 上士幌町居辺川の河床礫から産出する黒曜岩の大部分は十勝 I タイプに属すが, 吉谷 (2004) は化学組成の異なる「十勝 II・③」及び所属不明「?」の黒曜岩を見出した. 乙幡ほか (2019) はこれらの標本を確認し, 岩石学的特徴及び化学組成から「十勝 III タイプ」として, 十勝における十勝 I・II・III タイプの分布を明らかにした.

十勝 III タイプの原産地は明らかになっておらず, また黒曜岩の年代についても未知であった. そのため, 十勝 III タイプの黒曜岩礫の K-Ar 年代, 及び全岩化学組成の分析を行ったので報告する.

十勝の黒曜岩の年代

十勝三股を原産地とする十勝 I タイプ, 原産地不明の十勝 II タイプの黒曜岩については, これまで多くの K-Ar 年代や FT 年代が報告されている (表 1). 十

勝 I タイプの年代は, 1970 ~ 1980 年代には 1.5 ~ 1.7 Ma と考えられていたが, 近年はより古い年代が得られており, 十勝 1 タイプは 2.15 ± 0.25 , 及び 2.12 ± 0.05 Ma の K-Ar 年代が, 一方, 十勝 II タイプは 0.75 ± 0.02 Ma の K-Ar 年代が得られている (Wada et al. 2014). 前述の通り, 十勝 III タイプの年代値についてはこれまで報告は無い.

試料の分析

居辺川の河床礫として産出した十勝 III タイプの黒曜岩 (HTMNH-RO-1041, 図 1) を分析試料とした.

K-Ar 年代測定は, (株) 蒜山地質年代学研究所に依頼し行った. なお, 表面に風化層が見られたため, 岩石内部の新鮮な部分を試料とした. 鉱物分離 (石基の分離・濃集) は八木 (2006) に従い, K の定量は (長尾ほか 1984), Ar 同位体比測定は Itaya et al. (1991) に従った. K 含有量の 2 回の定量分析を行った結果, 試料の誤差は 1.49% であったため, 試料の不均質は無く定量の再現性があるものと判断される.

蛍光 X 線分析 (XRF 分析) は K-Ar 年代と同一試料を用いて同じく (株) 蒜山地質年代学研究所に依頼し, ガラスビード法による黒曜岩の全岩化学組成分析

1) ひがし大雪自然館 〒080-1403 北海道河東郡上士幌町字ぬかびら源泉郷 48-2

Higashitaisetsu Nature Center, 48-2 Nukabira-gensenkyo, Kamishihoro-cho, Kato-gun, Hokkaido 080-1403, Japan



Fig.1 Obsidian of Tokachi III-type (HTMNH-RO-1041)

(主要元素：SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, P₂O₅, 及び微量元素：Ba, Ce, Cr, Ga, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, Th, V, Y, Zr) を行った。分析には X 線管球として 3 kW Rh/W dual-anode Tube を備えた波長分散型蛍光 X 線分析装置 (リガク製 ZSX-101e) を使用した。分析方法は Kanazawa et al. (2001) に従った。

分析結果と考察

(1) K-Ar 年代

分析の結果、十勝 III タイプの黒曜岩から 0.84 ± 0.02 Ma の K-Ar 年代が得られた (表 2)。十勝 III タイプは主に居辺川の河床礫として産出するが、士幌台地北部の上旭ヶ丘礫層にも含まれる (乙幡ほか 2019)。上旭ヶ丘礫層は上旭ヶ丘軽石流 (Kma, 松井ほか 1970) におおわれ、Kma から 0.51 ± 0.14 Ma の K-Ar 年代 (長谷川ほか 2008) が得られていることから、十勝 III タイプの黒曜岩は 0.5 Ma よりも古いことは確実であり、今回得られた K-Ar 年代とも矛盾はない。また本研究の結果から上旭ヶ丘礫層の年代はおよそ 0.8 ~ 0.5 Ma と算定することができる。

分布が一部重複する十勝 I と III タイプを比較すると、十勝 III は十勝 I タイプ (約 2.1 Ma) よりも有意に若い年代であったが、十勝 II と III については分布こそ重複しないが、慎重に議論しなければならない。なぜなら、誤差を考慮しても重複はしないが、K-Ar 年代が近接すること、後述の通り化学組成が類似するからである。

(2) 全岩化学組成

分析結果を表 3 に示す。十勝 III タイプは SiO₂ =

Table 1 The age of obsidian in Tokachi

Tokachi type-I				
Sample No.	Location	Analysis	Age (Ma)	Reference
Tokachi	Otofuke River, Tokachi, Hokkaido	K-Ar	1.53 ± 0.11	Kaneoka and Suzuki (1970)
		FT	1.65 ± 0.15	
Hs 6	Osarushinai Fo. (upper gravel layer)	K-Ar	1.69 ± 0.20	Shibata et al. (1979)
			Av. $1.70 \pm$	
990923-5	Tokachi	FT	1.70 ± 0.14	Koshimizu (1981)
	Osarushinai Fo. (Obsidian gravel, OS2)		1.8 ± 0.5	Matsui and Matsuzawa (1985)
	Osarushinai Fo. (gravel layer)	K-Ar	2.3 ± 0.5	
990923-5	Oribeyama Fo. (gravel layer)		2.1 ± 0.5	Sugihara et al. (2011)
	The river bed of Taushubetsu R., Kamishihorocho, Kato-gun, Hokkaido	K-Ar	4.1 ± 0.4	
	" (internal)		2.4 ± 0.1	
TK-92901-A	Tokachi-Mitsumata	K-Ar	2.15 ± 0.25	Wada et.al. (2014)
TK-92903-E	Tokachi-Mitsumata	K-Ar	2.12 ± 0.05	Wada et.al. (2014)
Tokachi type-II				
Sample No.	Location	Analysis	Age (Ma)	Reference
No.1	Nishi26sen-29go, Shimo-horonai, Shikaoui-cho, Kato-gun, Hokkaido (Biman gravel layer)	FT	0.75 ± 0.13	Suzuki (1992)
No.2	"	FT	0.76 ± 0.14	Suzuki (1992)
HAC-001	"	K-Ar	0.6 ± 0.2	Hokkaido Archaeological Operations Center (1992)
HAC-002	"	K-Ar	0.5 ± 0.3	Hokkaido Archaeological Operations Center (1992)
TSHI-1	Shikaribetsu	K-Ar	0.75 ± 0.02	Wada et.al. (2014)

Table 2 K-Ar age of Tokachi type-III obsidian

Sample No.	Measurement object (particle size)	K (wt.%)	Radiogenic ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ cc STP/g)	K-Ar age (Ma)	Non-radiogenic ⁴⁰ Ar (%)
HTMNH-RO-1041	Groundmass (187-250 μm)	2.944 ± 0.059	9.61 ± 0.19	0.84 ± 0.02	39.2

Table 3 Whole-rock chemical composition of Tokachi type-III obsidian

Sample No.	HTMNH-RO-1041
SiO ₂ (wt.%)	75.80
TiO ₂	0.13
Al ₂ O ₃	12.93
Fe ₂ O ₃ *	1.90
MnO	0.05
MgO	0.20
CaO	1.42
Na ₂ O	3.78
K ₂ O	3.50
P ₂ O ₅	0.04
LOI*	0.04
Total	99.80
V (ppm)	9.1
Cr	6.5
Ni	2.8
Ga	16.4
Rb	123
Sr	104
Y	24.5
Zr	94.5
Nb	6.7
Ba	761
Ce	42.0
Pb	22.0
Th	9.0

Fe₂O₃*: Total Fe as Fe₂O₃

LOI*: Mean value measured 3 times

75.80, Na₂O = 3.78, K₂O = 3.50 を示し、流紋岩質黒曜岩として分類できる。十勝 I と II タイプの黒曜岩は、CaO/Al₂O₃–TiO₂/K₂O、もしくは微量元素の Rb–Sr の関係図で明瞭に区分できる（向井・和田 2004, 吉谷 2004）。十勝 I と III タイプについても同様で区分できるが、十勝 II と III タイプのそれは類似しており、明確に区分することができなかった。

十勝 II タイプは十勝川及び然別川水系（十勝西～

北西）に、一方十勝 III タイプは居辺川及び音更川、士幌川水系（十勝の北～北東）に分布するため、産地は重複しない（乙幡ほか 2019）。一方、乙幡（2021）はエコーチップ硬さ試験機を用いて十勝 I・II・III タイプの黒曜岩の反発硬度を計測し、十勝 III は II タイプに比べて高い硬度を示すことを明らかにしており、岩石硬度も区分の指標になることを示した。

以上から、本研究では十勝 II と III タイプを異なる黒曜岩として扱ったが、黒曜岩の年代と化学組成が類似ことから、同一タイプの黒曜岩の可能性もある。仮に同じタイプだとすると、約 1 Ma の十勝三股火砕流（石井ほか 2008）の内、屈足火砕流堆積物（池田 1982）の分布と十勝 II タイプが、芽登凝灰岩層（松井ほか 1970）と十勝 III タイプの分布が良く似ていることから、十勝三股周辺で黒曜岩の噴火が生じ、十勝三股火砕流の流路を使って南西方向（十勝 II タイプ）と南東方向（十勝 III タイプ）にそれぞれ黒曜岩が流下した可能性がある。

今後、より多くの十勝 III タイプの黒曜岩の分析を行い、化学組成について詳細に検討する必要がある。

謝 辞

黒曜岩の K-Ar 年代及び全岩化学組成について、ひがし大雪自然館友の会の調査研究費の一部を使わせていただいた。ここに記して感謝の意を表します。

引用文献

- 池田保夫, 1982. 北海道十勝川上流地域の酸性火砕流堆積物の層序と火山活動史. 地質学雑誌, **88**(1): 55–70.
- 石井英一・中川光弘・齋藤 宏・山本明彦, 2008. 北海道中央部, 更新世の十勝三股カルデラの提唱と関連火砕流堆積物: 大規模火砕流堆積物と給源カルデラの対比例として. 地質学雑誌, **114**(7): 348–365.
- 金成太郎・杉原重夫・長井雅史・柴田 徹, 2010. 北海道・東北地方を原産地とする黒曜石の定量・定性分析 – 黒曜石製遺物の原産地推定に関する研究 –. 考古学と自然科学, **60**: 57–81.
- Kaneoka, I. and Suzuki, M., 1970. K-Ar and Fission track ages of some obsidians from Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan.* **76**(6): 309–313.
- 興水達司, 1981. 石狩低地帯に出土する黒曜石片の原産地.

- 地球科学, **35**(6): 267–273.
- 松井 愈・松澤逸巳, 1985. 十勝平野の構造発達史 — 帯広盆地と幕別台地の分化. 第四紀研究, **23**(4):233–244.
- 松井 愈・松澤逸巳・山口昇一, 1970. 十勝平野の前期洪積統 — 長流枝内層について —. 第四紀研究, **9**(3–4): 123–127.
- 向井正幸・和田恵治, 2004. 十勝地方から産出する黒曜石ガラスの化学組成. 旭川市博物館研究報告, **10**: 47–56.
- 乙幡康之, 2021. 北海道十勝地方から産出する黒曜石礫の硬度. ひがし大雪自然館研究報告, **8**: 1–6.
- 乙幡康之・古戸正行・古戸幸子, 2019. 十勝の黒曜石マップ 2019. ひがし大雪自然館研究報告, **6**: 27–32.
- 柴田 賢・山口昇一・小久保公司・田中 実, 1979. 北部十勝の鮮新統 — 更新統火砕岩の K-Ar 年代と古地磁気. 地質調査月報, **30**: 231–239.
- 杉原重夫・弦巻賢介・檀原 徹・岩野英雄, 2011. 北海道, 白滝産黒曜石, 置戸産黒曜石, 上士幌産黒曜石, 赤井川産黒曜石のフィッシュン・トラック年代. 環境史と人類, **4**: 109–117.
- 鈴木正男, 1992. 黒曜石のフィッシュン・トラック年代測定. 財団法人北海道埋蔵文化財センター編『清水町上清水 2 遺跡・共栄 3 遺跡 (2)・東松沢 2 遺跡, 芽室町北明 1 遺跡 — 北海道横断自動車道埋蔵文化財発掘調査報告書 —』財団法人北海道埋蔵文化財センター, 325–326.
- 』財団法人北海道埋蔵文化財センター, 321–324.
- 吉谷昭彦, 2004. 十勝の黒曜岩. 上士幌町ひがし大雪博物館.
- 吉谷昭彦・須田 修・川辺百樹・陶守統一・片山博臣・涌嶋三奈・上村 暁, 1999. 十勝地方に産出する黒曜岩の微量元素の組成について. ひがし大雪博物館研究報告, **21**: 1–11.
- Wada, K., Mukai, M., Sano, K., Izuhō, M., Sato, H., 2014. Chemical composition of obsidians in Hokkaido Island, northern Japan: the importance of geological and petrological data for source studies. In: Ono, A., Glascock, M.D., Kuzmin, Y.V., Suda, Y. (Eds.), *Methodological Issues for Characterisation and Provenance Studies of Obsidian in Northeast Asia*. Archaeopress, Oxford, pp. 67–84.
- 藁科哲男・谷島由貴, 1992. 新しく判明した黒曜石の産地. 郷土と科学, **105**: 1–6.
- 財団法人北海道埋蔵文化財センター, 1992. K/Ar 法による黒曜石の年代測定. 財団法人北海道埋蔵文化財センター編『清水町上清水 2 遺跡・共栄 3 遺跡 (2)・東松沢 2 遺跡, 芽室町北明 1 遺跡 — 北海道横断自動車道埋蔵文化財発掘調査報告書 —』財団法人北海道埋蔵文化財センター, 325–326.