

Natural Resource Environment and Humans

資源環境と人類

■ 論文

- 長野県霧ヶ峰地域における黒曜石原産地の定量分析値に基づく化学的区分と判別法の検討
隅田祥光・及川 穰 1

■ 報告

- 広島県三次市下本谷遺跡最高所地点の発掘調査
——後期旧石器時代前半期台形様石器群の検討——
及川 穰・下岡順直・灘 友佳・杉山歩夢・藤川 翔 15
- 神津島における黒曜石原産地の調査と菊若遺跡の石器
堤 隆・舟木太郎・池山史華・相川壤・大野李奈・片岡生悟 33
- 非破壊蛍光 X 線分析による長和町男女倉遺跡群黒曜石遺物の原産地推定
眞島英壽・須藤隆司 41
- ポータブル型蛍光 X 線分析装置を用いた東京都下原・富士見町遺跡の黒曜石石器の非破壊分析と原産地推定
眞島英壽・島田和高 51

■ 翻訳

- ディーター・シェーファー著 アルプスの小径を越える石器時代の狩人たち
小野 昭 63

- 黒曜石研究センター活動報告 2018 67

No.9

長野県霧ヶ峰地域における黒曜石原産地の定量分析値に基づく 化学的区分と判別法の検討

隅田 祥光^{1*}・及川 穰²

要 旨

長野県中部高地霧ヶ峰地域には黒曜石原産地と、それに関連した考古遺跡が密集する。2011年から2016年にかけてこの地域の考古学的・地質学的な野外調査を行うことで、76箇所におよぶ黒曜石原産地を見出し、これらの原産地で採取した黒曜石についての定量分析を実施した。結果、この地域における黒曜石原産地を化学的に区分すると13種類のグループに分けられる。これらの組成グループは、 $Mn+Rb+Y+Nb+Th$ vs. $Ti+Fe+Sr+Zr$ と、 $Mn+Rb$ vs. $Ti+Sr+Zr$ の散布図を用いて明瞭に区分することが可能で、それぞれのグループの組成範囲は、散布図上のプロット位置から算出される等確率楕円と定めた。この手法で40点の黒曜石製石器の原産地判別を実施したところ36点については判別結果が得られたものの、全体の10%にあたる4点の石器については判別不能となった。原産地試料のさらなる定量分析とともに、この地域における継続的な原産地調査がなお望まれる。

キーワード：黒曜石原産地、黒曜石、中部高地、霧ヶ峰、定量分析、原産地判別

1. はじめに

長野県中部高地に位置する霧ヶ峰地域には、数 km 四方にわたって多数の黒曜石原産地と、それらに関連した多数の後期旧石器遺跡や縄文遺跡が分布することが知られている（例えば、島田ほか 2016）（図 1）。霧ヶ峰地域の黒曜石原産地は、星糞峠、男女倉、和田峠、星ヶ塔、星ヶ台、東俣などの長野県長和町から下諏訪町に及ぶ地域のことで、さらにこの地域から東へ約 10km 離れた、麦草峠、冷山、双子池などの北八ヶ岳地域にも黒曜石原産地が分布することが知られている。これらの地域の黒曜石原産地の位置や黒曜石試料の化学分析値は、杉原重夫らによる精力的な活動によってまとめられたが（例えば、明治大学古文化財研究所 2009）、2011 年から 2013 年に明治大学黒曜石研究センターを中心とした広原遺跡群の発掘調査を行うにあたり（小野ほか 2016）、霧ヶ峰地域に位置する広原遺跡群（広原湿原）の周辺の前産地調査を行った結果、それまでに報告例のない黒曜石原産地がい

くつも見出された（及川ほか 2013, 2014, 2015）。

隅田・土屋（2015）は、これらの調査で採取した黒曜石試料を明治大学黒曜石研究センター（長野県長和町）設置の波長分散型蛍光 X 線分析装置を用いて定量分析し、定量分析値に基づいた黒曜石原産地の化学的区分を行った。そして、望月（1997）の手法に基づいて広原遺跡群（I 遺跡と II 遺跡）から発掘された 3505 点に及ぶ黒曜石製石器の原産地判別結果を隅田・土屋（2016）や Suda et al.（2018b）が報告し、土屋・隅田（2018）がこれらの最終的な総括を行った。さらに、遺跡の発掘調査の結果と黒曜石製石器の原産地判別の結果を組み合わせ、中部高地における黒曜石資源をめぐる先史時代の人類活動に関わる考古学的な議論が島田（2018）や橋詰（2018）によって行われた。これらの研究に並行して、及川らは継続的に霧ヶ峰地域の遺跡調査と黒曜石原産地の分布調査を実施し、2016 年の調査でさらに新たな黒曜石原産地を見出した（及川ほか 2017）。このため、土屋・隅田（2018）が行った霧ヶ峰地域における黒曜石原産地の判別法と化学的区分についての再検討が必要となった。

1 長崎大学教育学部地学教室 〒851-2125 長崎県長崎市文教町1-14

2 島根大学学術研究院人文社会科学系 〒690-8504 島根県松江市西川津町1060

* 責任著者：隅田祥光 (geosuda@nagasaki-u.ac.jp)

本論では、隅田・土屋 (2016) や Suda et al. (2018b) に示される黒曜石原産地の黒曜石の定量分析値 (霧ヶ峰地域 54 点, 北八ヶ岳地域 2 点) とともに、及川ほか (2017) が新たに報告した 24 点の黒曜石原産地試料, そして及川ほか (2013, 2014, 2015, 2016) が報告した 20 点の未分析試料についての定量分析結果を報告し, 霧ヶ峰地域における黒曜石原産地の判別法と化学的区分の更新を行う。本論で扱う黒曜石原産地試料の産状や位置情報, そして化学的区分の結果を表 1 に, それらの定量分析値を表 2 に示す。

2. 定量分析の手法

本研究で新たに実施した黒曜石原産地試料の定量分析

は、隅田 (2013) と隅田・土屋 (2015) に従って実施した。分析に使用した標準試料は、安山岩質から流紋岩質の火成岩で、産業技術総合研究所 (AIST) の JA-1, JA-2, JA-3, JG-1a, JG-2, JG-3, JR-1, JR-2, JR-3, JF-1, JF-2 (Imai et al., 1995), ならびに NIST の SRM278 (Potts et al., 1992) である。分析は低希釈ガラスビード (希釈率 5.0) 法で行い, 分析値の算出はファンダメンタルパラメーター (FP) 法による感度曲線を用いた。ガラスビードの作製では Spectromelt A12 (メルクミリポア) を融剤として用い, 試料は全て 110℃ で 6 時間以上加熱し, 吸着水を取り除く処理を行った。分析装置は明治大学黒曜石研究センター設置のリガク社製の波長分散型蛍光 X 線分析装置 (ZSX primusIII+) を用いた。この装置には 3.0kW の Rh 管球が備わっている。その他の測定条件等

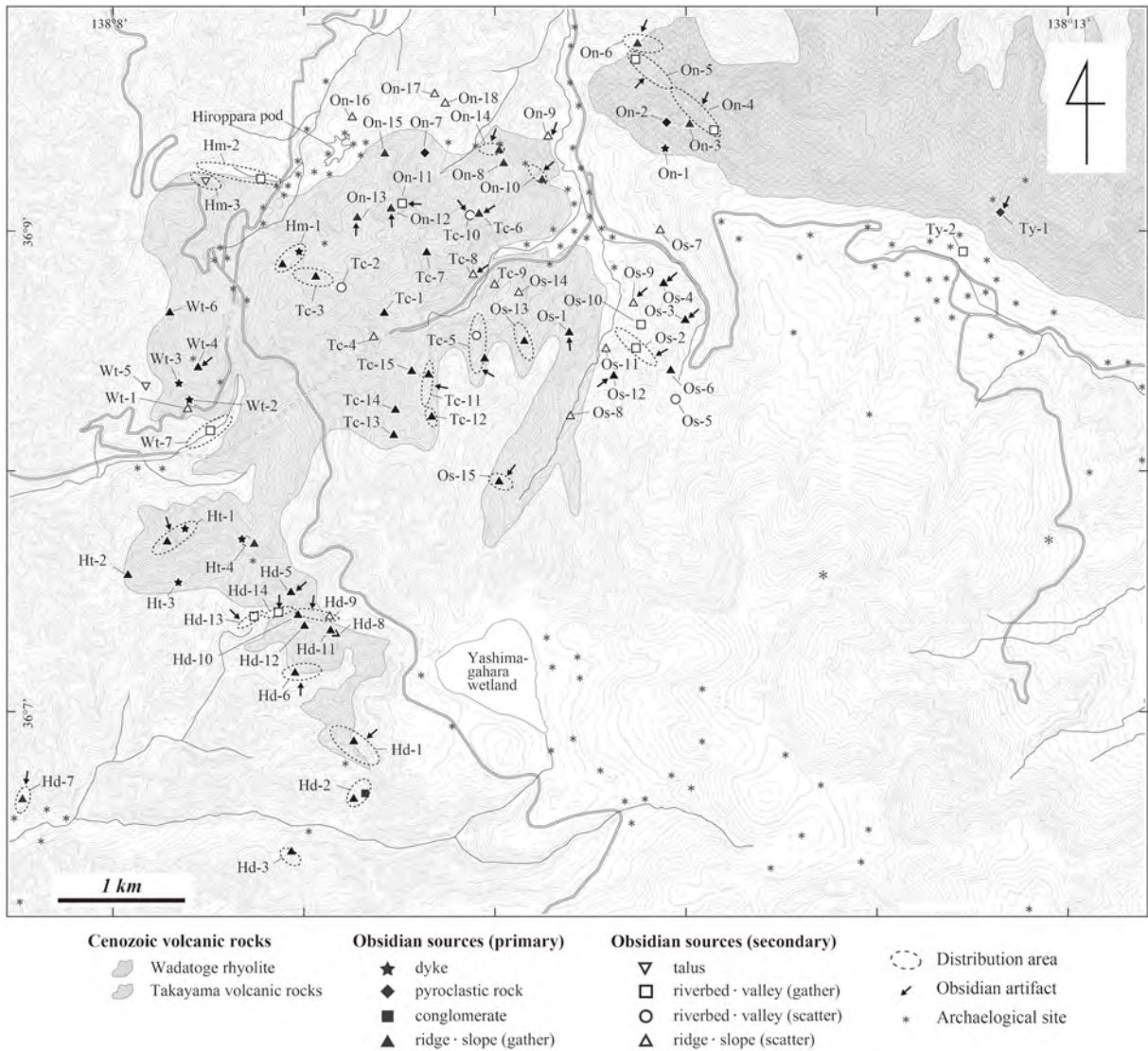


図 1 長野県霧ヶ峰地域の黒曜石原産地と遺跡の分布
及川ほか (2017: 図6) を修正。

表1 黒曜石原産地試料の化学的区分・産状・位置

Sample No.	Group	Occurrence		Aggregation	Artifact	Lat. (N°)	Long. (E°)
Os-6-435-1	BH1	primary (surface)	slope	gather	absence	36.14091	138.18175
Tc-10-557-1	BH1	secondary	floor	scatter	presence	36.15145	138.16453
Tc-11-2072-1	BH1	primary (surface)	slope	gather	presence	36.14058	138.16121
On-4-1291A-1	BH2	secondary	riverbed	gather	presence	36.15768	138.18631
Os-12-461-1	BH2	primary (surface)	slope	gather	presence	36.14024	138.17726
Os-2-140-1	BH2	secondary	slope	gather	absence	36.14181	138.17960
Os-3-101-1	BH2	primary (surface)	ridge	gather	presence	36.14434	138.18379
Tc-1-118-1	BH2	secondary	valley	gather	absence	36.14483	138.15708
Tc-11-2075-1	BH2	primary (surface)	slope	gather	presence	36.13842	138.16076
Tc-4-120-1	BH2	secondary	slope	gather	absence	36.14275	138.15615
Tc-7-556-1	BH2	primary (surface)	slope	gather	absence	36.14896	138.16072
Tc-8-554-1	BH2	secondary	floor	scatter	presence	36.14776	138.16563
Hd-13-596-1	BHU	secondary	floor	gather	presence	36.12328	138.14600
Hd-5-491-1	BHU	primary (surface)	slope	gather	absence	36.12436	138.14814
On-2-1251-1	BHU	primary (outcrop)	pyroclastic rock		absence	36.15818	138.18140
On-3-1281-1	BHU	primary (surface)	valley	gather	absence	36.15828	138.18303
Os-1-134-1	BHU	secondary	slope	gather	absence	36.14335	138.17346
Os-1-135-1	BHU	primary (surface)	ridge	gather	presence	36.14314	138.17283
Os-4-427-1	BHU	primary (surface)	ridge*slope	gather	presence	36.14673	138.18153
Os-9-447-1	BHU	primary (surface)	slope	gather	absence	36.14585	138.17858
Os-9-448-1	BHU	primary (surface)	slope	gather	absence	36.14570	138.17881
On-11-2048-1	FS	secondary	floor	scatter	presence	36.15255	138.15881
On-12-2049-1	FS	primary (surface)	slope	gather	presence	36.15202	138.15790
On-13-2051-1	FS	primary (surface)	ridge	gather	presence	36.15146	138.15483
On-14-2057-1	FS	primary (surface)	slope-ridge	gather	presence	36.15621	138.16722
On-17-2069-1	FS	secondary	ridge	scatter	absence	36.16030	138.16152
On-18-2070-1	FS	secondary	ridge	scatter	absence	36.15952	138.16244
On-7-194-1	FS	primary (outcrop)	pyroclastic rock		absence	36.15566	138.16061
On-8-574-1	FS	primary (surface)	ridge	gather	absence	36.15529	138.16765
Tc-6-558-1	FS	primary (surface)	ridge	gather	presence	36.15156	138.16543
Tc-6-559-1	FS	primary (surface)	ridge	gather	presence	36.15184	138.16570
Tc-6-573-1	FS	primary (surface)	ridge	scatter	presence	36.15165	138.16607
Tc-7-555-1	FS	primary (surface)	slope	gather	absence	36.14876	138.16032
Wt-6-148-1	FS	primary (surface)	ridge	gather	absence	36.14493	138.13815
Hd-1-178-1	HH	primary (surface)	valley	gather	absence	36.11607	138.15337
Hd-1-180A-1	HH	primary (surface)	slope	gather	presence	36.11542	138.15395
Hd-11-591-1	HH	primary (surface)	ridge	gather	absence	36.12219	138.15255
Hd-12-593-1	HH	primary (surface)	ridge	gather	absence	36.12259	138.15029
Hd-14-582-1	HH	secondary	floor	gather	presence	36.12353	138.14871
Hd-2-203.1-1	HH	primary (outcrop)	conglomerate		absence	36.11115	138.15517
Hd-2-213-1	HH	primary (surface)	ridge	gather	absence	36.10979	138.15489
Hd-3-217-1	HH	secondary	valley	gather	absence	36.10631	138.14898
Hd-3-219-1	HH	secondary	valley	gather	absence	36.10679	138.14793
Hd-6-476-1	HH	primary (surface)	slope	gather	presence	36.11960	138.15146
Hd-7-2084-1	HH	primary (surface)	slope	gather	presence	36.11003	138.12598
Hd-7-2084-2	HH	primary (surface)	slope	gather	presence	36.11003	138.12598
Hd-8-479A-1	HH	primary (surface)	slope	gather	absence	36.12183	138.15298
Hd-8-479B-1	HH	primary (surface)	slope	gather	absence	36.12183	138.15298
Hd-9-587-1	HH	secondary	floor	scatter	presence	36.12334	138.15063
Hd-9-588-1	HH	secondary	floor	scatter	presence	36.12282	138.15218

表1 黒曜石原産地試料の化学的区分・産状・位置 (続き)

Sample No.	Group	Occurrence		Aggregation	Artifact	Lat. (N°)	Long. (E°)
Ht-1-153-1	HH	secondary	slope	gather	absence	36.12951	138.13985
Ht-2-156-1	HH	primary (surface)	ridge	gather	absence	36.12651	138.13451
Ht-3-159-1-1	HH	primary (outcrop)	dyke		absence	36.12577	138.13896
Ht-3-161-1	HH	secondary	slope	gather	absence	36.12652	138.14218
Ht-4-163A-1	HH	secondary	slope	gather	absence	36.12890	138.14452
Ht-4-163B-1	HH	secondary	slope	gather	absence	36.12890	138.14452
Hm-2-127-1	K	secondary	riverbed	gather	absence	36.15502	138.14037
On-10-564-1	M	primary (surface)	floor	gather	presence	36.15403	138.17100
On-10-566-1	M	primary (surface)	slope	gather	presence	36.15448	138.17063
On-10-567-1	M	primary (surface)	slope	gather	presence	36.15463	138.17046
On-4-1291B-1	M	secondary	riverbed	gather	presence	36.15768	138.18631
On-5-2601-1	M	secondary	riverbed	gather	presence	36.16331	138.17858
On-6-104-1	M	primary (surface)	slope	gather	presence	36.16297	138.18038
On-6-106-1	M	secondary	slope	gather	presence	36.16413	138.17967
On-6-107-1	M	primary (surface)	slope	gather	presence	36.16394	138.17905
On-6-108B-1	M	secondary	slope	gather	presence	36.16399	138.17800
Tc-11-2074-1	M	primary (surface)	slope	gather	absence	36.13924	138.16098
Tc-15-2080-1	M	primary (surface)	slope	gather	absence	36.14011	138.15977
Hm-1-116-1	MT	primary (outcrop)	dyke		absence	36.14851	138.14994
Hm-3-128-1	MT	secondary	talus	gather	absence	36.15424	138.14124
Os-15-2087-1	MT	primary (surface)	slope	gather	presence	36.13302	138.16664
Tc-2-115-1	MT	secondary	valley	gather	absence	36.14671	138.15334
Tc-3-114-1	MT	secondary	valley	gather	absence	36.14796	138.15098
Ty-1-122-1	MT	primary (outcrop)	pyroclastic rock		absence	36.15185	138.21092
Ty-2-1271-1	MT	secondary	valley	gather	absence	36.14917	138.20767
Hd-5-583-1	O1	primary (surface)	slope	gather	absence	36.12404	138.14877
On-1-1211-1	O1	primary (outcrop)	dyke		absence	36.15623	138.18152
Os-9-451-1	O1	secondary	valley	gather	absence	36.14552	138.18039
On-10-564-2	O2	primary (surface)	floor	gather	presence	36.15403	138.17100
On-10-568-1	O2	primary (surface)	slope	gather	presence	36.15469	138.17032
On-14-2058-1	O2	primary (surface)	slope	gather	presence	36.15624	138.16673
On-15-2062-1	S	primary (surface)	slope-ridge	gather	absence	36.15588	138.15729
On-16-2067-1	S	secondary	floor	scatter	absence	36.15901	138.15836
On-6-108A-1	T	secondary	slope	gather	presence	36.16399	138.17800
Os-3-100-1	T	secondary	ridge	gather	presence	36.14372	138.18361
Tc-11-2071-1	T	primary (surface)	slope	gather	presence	36.14088	138.16114
Tc-11-2073-1	T	primary (surface)	slope	gather	absence	36.13998	138.16118
Tc-12-2076-1	T	primary (surface)	slope	gather	absence	36.13772	138.16095
Tc-12-2077-1	T	primary (surface)	slope	gather	absence	36.13709	138.16122
Tc-13-2078-1	T	primary (surface)	slope	gather	absence	36.13603	138.15789
Tc-14-2079-1	T	primary (surface)	slope	gather	absence	36.13767	138.15823
Tc-5-33-1	T	primary (surface)	slope	gather	presence	36.14142	138.16620
Os-15-2085-1	W	primary (surface)	slope	gather	presence	36.13212	138.16776
Os-15-2086-1	W	primary (surface)	slope	gather	presence	36.13281	138.16732
Wt-1-7-1	W	secondary	slope	gather	absence	36.13792	138.13995
Wt-2-6A-1	W	primary (outcrop)	dyke		absence	36.13848	138.14002
Wt-3-144-1	W	primary (outcrop)	dyke		absence	36.13976	138.13916
Wt-4-143-1	W	primary (surface)	ridge	gather	presence	36.14090	138.14072
MK-1031	Ms	primary (outcrop)	dyke		absence	36.05755	138.35805
TS-1021/29	Ms	primary (outcrop)	lava		presence	36.04475	138.31786

表2 黒曜石原産地試料の定量分析値

Sample No.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Th
Os-6-435-1	76.90	0.12	12.63	0.85	0.08	0.11	0.62	3.81	4.84	0.01	27.3	200	39.2	29.2	102	11.2	19.6
Tc-10-557-1	76.15	0.12	12.54	0.84	0.07	0.10	0.62	3.69	4.99	0.01	26.3	201	40.0	29.0	99.8	10.0	20.4
Tc-11-2072-1	77.47	0.12	12.78	0.80	0.07	0.10	0.62	3.58	4.95	0.01	26.4	198	41.8	29.4	104	11.0	19.6
On-4-1291A-1	76.51	0.08	12.62	0.78	0.09	0.07	0.54	3.95	4.84	0.01	25.9	265	13.1	39.8	94.2	14.0	26.2
Os-12-461-1	77.04	0.08	12.59	0.77	0.09	0.06	0.54	3.68	5.16	0.01	25.7	263	11.4	39.5	93.9	14.8	28.1
Os-2-140-1	76.36	0.08	12.61	0.78	0.09	0.06	0.54	3.89	4.90	0.01	25.5	261	11.5	39.0	95.2	14.5	26.1
Os-3-101-1	76.39	0.09	12.57	0.79	0.09	0.07	0.55	3.72	5.14	0.01	25.6	251	17.5	36.9	95.9	13.0	24.9
Tc-1-118-1	75.51	0.08	12.55	0.72	0.09	0.08	0.55	4.00	4.64	0.01	26.6	261	17.7	43.1	91.9	15.1	24.4
Tc-11-2075-1	76.23	0.09	12.57	0.78	0.09	0.07	0.54	3.65	5.19	0.01	25.9	255	12.3	37.3	94.4	13.3	24.9
Tc-4-120-1	75.76	0.08	12.55	0.78	0.09	0.06	0.54	3.90	4.74	0.01	25.7	261	14.8	39.1	95.2	13.9	26.1
Tc-7-556-1	75.86	0.09	12.50	0.77	0.09	0.07	0.54	3.88	4.79	0.01	25.5	250	13.6	35.9	93.5	12.7	26.0
Tc-8-554-1	75.94	0.09	12.55	0.78	0.09	0.07	0.55	3.85	4.80	0.01	25.7	251	15.5	37.5	93.5	13.7	25.6
Hd-13-596-1	76.31	0.15	12.67	0.90	0.07	0.11	0.68	3.69	4.88	0.02	29.8	164	65.3	24.1	118	9.6	15.8
Hd-5-491-1	76.96	0.15	12.67	0.91	0.07	0.12	0.69	3.76	4.80	0.02	32.2	157	69.3	24.8	121	9.4	15.9
On-2-1251-1	76.06	0.15	12.67	0.90	0.07	0.13	0.68	3.63	5.06	0.02	31.3	161	69.2	25.6	120	9.5	14.1
On-3-1281-1	76.40	0.15	12.60	0.91	0.07	0.13	0.68	3.83	4.83	0.02	30.2	162	66.5	25.1	119	8.6	14.2
Os-1-134-1	76.53	0.15	12.65	0.91	0.07	0.13	0.69	3.73	4.77	0.02	31.7	156	67.3	24.6	121	8.6	15.0
Os-1-135-1	76.21	0.15	12.61	0.92	0.07	0.13	0.68	3.72	4.94	0.02	30.8	166	65.7	24.9	119	8.8	15.7
Os-4-427-1	76.62	0.16	12.66	0.93	0.07	0.14	0.71	3.81	4.74	0.02	32.9	152	74.0	23.9	126	9.2	13.9
Os-9-447-1	76.71	0.15	12.65	0.92	0.07	0.13	0.70	3.78	4.76	0.02	30.8	156	71.2	24.6	123	8.6	14.2
Os-9-448-1	76.75	0.15	12.65	0.91	0.07	0.12	0.70	3.77	4.80	0.02	31.6	157	70.3	23.9	122	9.2	15.9
On-11-2048-1	75.98	0.07	12.57	0.79	0.09	0.06	0.50	3.57	5.29	0.01	24.7	283	2.5	38.1	78.4	14.7	28.4
On-12-2049-1	76.36	0.06	12.64	0.80	0.09	0.06	0.50	3.77	5.02	0.01	24.5	281	2.2	39.2	75.2	14.7	25.5
On-13-2051-1	76.53	0.06	12.68	0.80	0.10	0.05	0.50	3.97	4.80	0.01	24.7	283	1.7	40.1	75.7	15.3	27.4
On-14-2057-1	76.55	0.06	12.63	0.79	0.10	0.05	0.50	3.94	4.79	0.01	24.8	280	2.2	39.1	75.5	15.2	26.4
On-17-2069-1	75.76	0.07	12.49	0.79	0.09	0.05	0.50	3.91	4.74	0.01	27.6	271	2.4	38.3	77.2	14.5	25.0
On-18-2070-1	75.88	0.06	12.50	0.78	0.10	0.05	0.50	3.92	4.75	0.01	24.5	275	2.0	39.6	75.8	14.4	26.2
On-7-194-1	76.14	0.07	12.61	0.79	0.10	0.05	0.50	4.00	4.79	0.01	25.1	278	2.1	39.5	74.6	14.3	25.8
On-8-574-1	76.11	0.07	12.59	0.79	0.09	0.06	0.50	3.91	4.82	0.01	24.3	271	2.4	38.2	78.5	14.7	26.1
Tc-6-558-1	76.18	0.07	12.60	0.79	0.09	0.06	0.50	3.77	5.03	0.01	24.3	276	2.5	38.5	77.8	14.7	26.3
Tc-6-559-1	76.55	0.07	12.62	0.79	0.09	0.06	0.50	3.91	4.82	0.01	25.0	271	2.7	38.6	75.3	14.0	25.4
Tc-6-573-1	76.45	0.07	12.65	0.80	0.09	0.05	0.50	3.90	4.74	0.01	24.7	262	2.6	37.1	81.9	14.5	28.3
Tc-7-555-1	76.50	0.07	12.66	0.79	0.09	0.06	0.50	3.91	4.82	0.01	25.0	270	2.1	37.6	76.9	14.8	26.9
Wt-6-148-1	76.44	0.06	12.57	0.80	0.10	0.06	0.50	3.43	5.60	0.01	24.3	283	1.6	41.3	76.8	14.9	26.6
Hd-1-178-1	77.12	0.09	12.63	0.64	0.07	0.09	0.49	4.02	4.72	0.01	23.8	142	41.2	26.9	77.0	9.6	7.7
Hd-1-180A-1	76.82	0.10	12.69	0.64	0.07	0.09	0.49	3.98	4.75	0.02	23.9	142	41.1	28.2	76.5	8.6	8.7
Hd-11-591-1	76.49	0.09	12.68	0.64	0.07	0.09	0.48	3.91	4.71	0.01	22.7	141	41.4	26.8	76.8	9.3	9.6
Hd-12-593-1	76.66	0.09	12.70	0.64	0.07	0.08	0.48	3.92	4.71	0.02	25.4	142	41.8	27.3	76.8	8.9	9.8
Hd-14-582-1	76.21	0.10	12.68	0.72	0.07	0.11	0.54	3.89	4.70	0.02	24.0	139	44.3	26.8	77.0	8.7	8.9
Hd-2-203.1-1	77.04	0.09	12.66	0.64	0.07	0.09	0.49	4.00	4.74	0.01	22.1	142	41.5	27.5	76.6	9.3	8.8
Hd-2-213-1	75.94	0.09	12.57	0.64	0.07	0.08	0.48	3.97	4.66	0.01	23.0	140	41.0	28.2	75.8	9.4	8.9
Hd-3-217-1	77.89	0.10	12.89	0.65	0.07	0.09	0.49	3.97	4.72	0.02	23.0	143	42.7	28.2	79.4	9.4	8.2
Hd-3-219-1	77.36	0.10	12.74	0.66	0.07	0.08	0.50	3.95	4.75	0.02	24.1	142	42.6	26.5	77.6	7.8	8.9
Hd-6-476-1	77.03	0.10	12.67	0.64	0.07	0.08	0.49	3.98	4.65	0.02	24.2	141	42.1	26.6	77.3	8.9	9.6
Hd-7-2084-1	76.52	0.09	12.63	0.64	0.07	0.08	0.48	3.94	4.70	0.01	22.9	140	40.5	27.0	76.8	8.6	8.9
Hd-7-2084-2	76.54	0.09	12.67	0.64	0.07	0.08	0.48	3.91	4.70	0.01	23.0	141	41.3	26.8	76.7	8.9	9.0
Hd-8-479A-1	77.15	0.10	12.66	0.64	0.08	0.09	0.49	3.96	4.74	0.02	23.7	140	41.1	26.7	76.6	9.2	9.7
Hd-8-479B-1	77.31	0.09	12.70	0.65	0.07	0.09	0.50	3.97	4.68	0.02	23.9	140	41.0	26.6	76.9	8.7	9.1
Hd-9-587-1	76.22	0.09	12.62	0.64	0.07	0.08	0.48	3.91	4.72	0.01	22.7	141	40.8	26.7	77.2	9.3	9.2
Hd-9-588-1	76.58	0.09	12.68	0.64	0.07	0.08	0.49	3.93	4.72	0.01	21.3	141	41.4	26.9	76.7	9.1	8.4

Major elements (oxides) in wt.%; Trace elements in ppm; Fe as total Fe₂O₃

表2 黒曜石原産地試料の定量分析値(続き)

Sample No.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Th
Ht-1-153-1	76.46	0.09	12.63	0.64	0.07	0.08	0.48	3.98	4.69	0.01	22.6	143	41.4	27.5	77.7	7.9	8.7
Ht-2-156-1	75.98	0.09	12.56	0.64	0.07	0.08	0.48	3.94	4.67	0.02	22.7	141	42.0	27.2	76.4	8.3	8.0
Ht-3-159.1-1	76.23	0.09	12.59	0.63	0.07	0.09	0.48	4.00	4.70	0.01	22.5	141	41.8	28.0	76.6	9.0	8.7
Ht-3-161-1	76.74	0.10	12.60	0.64	0.07	0.08	0.49	4.00	4.63	0.01	23.8	140	40.6	26.5	77.0	9.1	9.7
Ht-4-163A-1	76.05	0.09	12.58	0.63	0.07	0.08	0.48	3.98	4.69	0.01	23.1	140	41.4	27.9	76.2	9.6	8.6
Ht-4-163B-1	76.28	0.09	12.61	0.64	0.07	0.08	0.48	4.00	4.67	0.01	24.1	141	41.8	27.3	77.1	8.7	8.2
Hm-2-127-1	76.35	0.10	12.83	0.80	0.10	0.10	0.63	4.04	4.62	0.02	26.5	270	26.9	44.9	93.7	15.9	24.9
On-10-564-1	76.41	0.14	12.60	0.88	0.07	0.12	0.67	3.66	4.87	0.02	29.3	172	55.5	24.9	111	9.5	15.7
On-10-566-1	76.28	0.13	12.51	0.88	0.07	0.11	0.64	3.66	4.89	0.02	27.3	175	52.5	25.5	108	8.8	15.8
On-10-567-1	75.93	0.14	12.57	0.88	0.07	0.12	0.66	3.71	4.84	0.02	28.8	166	61.2	25.0	114	9.1	15.4
On-4-1291B-1	77.26	0.13	12.59	0.86	0.07	0.10	0.64	3.73	4.84	0.01	28.1	184	46.7	26.2	105	9.9	18.5
On-5-2601-1	77.03	0.14	12.60	0.89	0.07	0.12	0.67	3.74	4.81	0.02	28.7	169	58.1	24.7	114	9.1	17.4
On-6-104-1	77.03	0.13	12.58	0.88	0.07	0.11	0.66	3.75	4.84	0.02	27.6	175	50.6	25.9	106	9.7	17.9
On-6-106-1	77.03	0.13	12.55	0.88	0.07	0.12	0.65	3.72	4.84	0.02	28.4	179	51.0	25.1	105	9.3	17.6
On-6-107-1	77.11	0.13	12.62	0.88	0.07	0.12	0.65	3.72	4.82	0.02	28.8	174	52.6	26.3	107	9.4	16.2
On-6-108B-1	76.49	0.13	12.58	0.88	0.07	0.11	0.66	3.69	4.99	0.01	27.7	178	51.5	26.1	106	9.6	16.7
Tc-11-2074-1	76.43	0.14	12.56	0.88	0.07	0.12	0.65	3.69	4.92	0.01	29.0	175	54.3	26.1	109	9.0	16.8
Tc-15-2080-1	76.19	0.13	12.50	0.88	0.07	0.12	0.65	3.53	5.06	0.01	27.9	178	51.2	25.0	105	10.1	19.6
Hm-1-116-1	76.28	0.07	12.56	0.68	0.10	0.07	0.49	3.92	4.90	0.01	25.6	280	7.9	44.7	88.8	16.3	24.8
Hm-3-128-1	76.34	0.07	12.58	0.68	0.10	0.06	0.50	4.04	4.68	0.01	26.4	278	10.1	46.0	89.0	15.5	25.6
Os-15-2087-1	76.03	0.07	12.96	0.76	0.10	0.07	0.53	3.81	4.76	0.01	25.5	294	9.9	45.6	93.2	17.3	29.3
Tc-2-115-1	75.76	0.08	12.55	0.70	0.10	0.07	0.52	4.00	4.63	0.01	26.3	275	11.3	45.5	89.5	15.9	26.5
Tc-3-114-1	76.41	0.07	12.58	0.68	0.10	0.06	0.49	4.06	4.67	0.01	25.7	280	6.9	46.7	88.1	16.0	25.2
Ty-1-122-1	76.68	0.07	12.68	0.68	0.10	0.06	0.49	4.07	4.67	0.01	24.8	280	7.1	46.6	89.4	16.0	25.5
Ty-2-1271-1	76.59	0.07	12.63	0.68	0.10	0.06	0.49	4.00	4.83	0.01	25.5	281	8.1	46.2	88.8	15.6	26.1
Hd-5-583-1	76.23	0.17	12.81	1.00	0.07	0.15	0.72	3.80	4.75	0.02	34.1	148	80.5	24.0	133	8.5	12.5
On-1-1211-1	76.21	0.17	12.81	0.98	0.07	0.15	0.73	3.91	4.71	0.02	34.9	148	86.4	24.9	139	8.7	12.5
Os-9-451-1	76.51	0.17	12.72	0.95	0.07	0.13	0.72	3.84	4.70	0.02	32.4	150	79.8	23.3	136	7.8	15.8
On-10-564-2	76.90	0.10	12.68	0.76	0.08	0.08	0.57	3.83	4.89	0.01	30.6	207	29.1	32.6	91.1	10.9	18.5
On-10-568-1	76.58	0.09	12.62	0.70	0.08	0.07	0.51	3.87	4.81	0.01	27.7	228	15.1	36.2	89.4	12.9	22.2
On-14-2058-1	76.31	0.09	12.55	0.71	0.08	0.06	0.52	3.83	4.88	0.01	28.1	221	18.0	35.2	89.8	12.8	21.4
On-15-2062-1	76.25	0.05	12.71	0.75	0.13	0.04	0.47	3.98	4.75	0.01	26.9	358	1.1	54.3	81.5	20.1	29.4
On-16-2067-1	76.27	0.04	12.72	0.74	0.14	0.04	0.45	3.96	4.80	0.01	27.5	386	1.0	60.6	86.6	22.0	31.1
On-6-108A-1	76.57	0.10	12.63	0.81	0.08	0.08	0.58	3.84	4.89	0.01	26.5	235	23.9	34.5	97.5	12.7	22.9
Os-3-100-1	76.92	0.10	12.56	0.82	0.08	0.09	0.59	3.71	4.98	0.01	26.1	224	26.9	33.2	96.8	12.0	23.1
Tc-11-2071-1	76.37	0.10	12.59	0.81	0.08	0.08	0.58	3.64	5.15	0.01	26.0	229	24.7	33.8	95.9	12.0	23.6
Tc-11-2073-1	76.43	0.10	12.57	0.81	0.08	0.09	0.58	3.67	5.06	0.01	26.2	231	26.0	33.9	100	12.7	21.9
Tc-12-2076-1	77.67	0.11	12.82	0.83	0.08	0.09	0.60	3.67	5.08	0.01	26.8	215	33.3	31.9	99.2	11.4	21.6
Tc-12-2077-1	76.42	0.10	12.60	0.80	0.08	0.07	0.57	3.58	5.27	0.01	26.4	235	22.7	34.6	96.9	12.2	23.8
Tc-13-2078-1	76.32	0.10	12.59	0.81	0.08	0.09	0.57	3.73	4.99	0.01	26.3	235	24.3	34.8	98.5	12.1	23.1
Tc-14-2079-1	76.32	0.10	12.57	0.80	0.08	0.07	0.57	3.81	4.86	0.01	25.6	235	22.5	34.3	96.3	11.8	23.0
Tc-5-33-1	76.74	0.10	12.64	0.82	0.08	0.09	0.59	3.78	4.99	0.01	26.4	229	27.8	33.3	97.5	12.6	21.6
Os-15-2085-1	76.35	0.06	12.69	0.75	0.11	0.05	0.50	3.74	5.11	0.01	25.2	317	5.9	48.6	90.1	18.3	29.6
Os-15-2086-1	76.88	0.06	12.75	0.75	0.11	0.04	0.50	3.89	4.90	0.01	25.2	323	5.4	48.8	89.0	16.6	29.6
Wt-1-7-1	76.02	0.06	12.58	0.75	0.11	0.05	0.50	4.07	4.61	0.01	24.2	324	6.1	50.9	88.2	18.6	31.2
Wt-2-6A-1	76.12	0.05	12.64	0.75	0.12	0.05	0.49	4.09	4.61	0.01	25.4	333	6.4	52.0	87.4	18.6	30.5
Wt-3-144-1	76.09	0.06	12.62	0.75	0.11	0.05	0.49	4.09	4.59	0.01	25.9	335	7.2	52.4	86.9	19.3	30.9
Wt-4-143-1	76.27	0.06	12.66	0.76	0.12	0.05	0.50	4.10	4.58	0.01	25.7	338	6.6	52.4	87.3	19.7	31.6
MK-1031	77.16	0.16	12.45	0.93	0.05	0.14	0.75	3.90	4.20	0.02	31.2	103	116	16.7	103	6.6	7.5
TS-1021/29	76.55	0.15	12.35	0.91	0.05	0.15	0.73	3.93	4.21	0.02	29.6	108	115	16.7	101	6.1	6.5

Major elements (oxides) in wt.%; Trace elements in ppm; Fe as total Fe₂O₃

は隅田・土屋 (2015) に示す通りである。

測定元素は Suda et al. (2018c) を参考に、主要 10 元素 (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P) と微量 6 元素 (Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Th) とした。主要元素は全て酸化物、鉄は全て 3 価 (Fe_2O_3) として分析を行った。測定時間が 1 試料あたり約 45 分の測定ルーチン (コード名: SobMT5.0FP) を用いたが、Sr が 3ppm を下回る試料も含まれることから、理論上の検出限界の値 (リガク 1982: 図 4.23), そして繰り返し誤差を小さくする (精度を高くする) ために Sr の濃度に応じて 1 試料あたり 2~4 回の繰り返し測定を行い、それらの平均値を表 2 に示す最終的な分析値とした。なお、理論上の Sr の検出限界は、1 回の測定では 1.02ppm, 2 回では 0.72ppm, 3 回では 0.59ppm, 4 回では 0.51ppm である。

3. 黒曜石原産地の化学的区分についての再検討

土屋・隅田 (2018) は定量分析結果に基づいて、霧ヶ峰地域の黒曜石原産地の化学的区分を行い HH, W, O, BHU, M, BH, T, B, H, HT, FS, K の 12 つの組成グループを設定した。さらに、これら組成グループを判別する手段として、黒曜石標準試料 (JR-1) の推奨値 (Imai et al., 1995) で規格化した散佈図 ($Mn+Rb+Y+Nb+Th$ vs. $Ti+Fe+Sr+Zr$ と $Mn+Rb$ vs. $Ti+Sr+Zr$) を示した

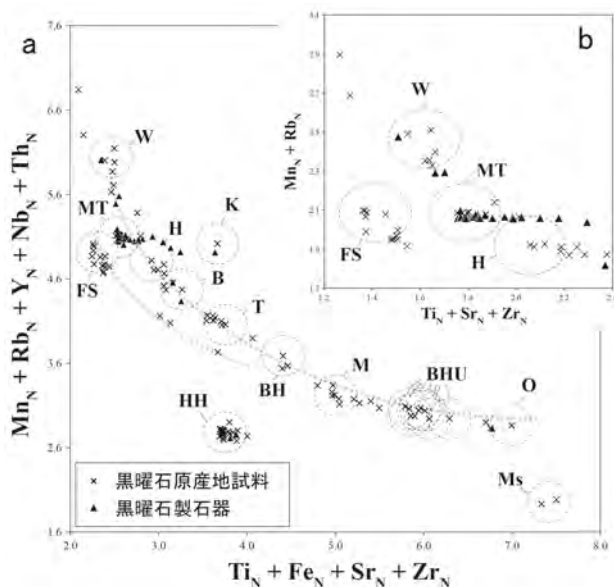


図 2 土屋・隅田 (2018) による黒曜石原産地の判別図 (a,b) 略記号は表 1 に従う。N は JR-1 による規格値を表す。

(図 2)。この化学的区分は、原地性の黒曜石原産地試料 (30 試料) を用いて定められたものであるが、異地性の黒曜石原産地試料の原産地判別を行うと、24 点中 3 点の試料が判別不能となり、これについては今後の課題として残されていた。さらに、本研究で新たに定量分析を行った 44 点の黒曜石原産地試料をこの手法で原産地判別を行ったところ、12 点の試料 (原地性 9 点, 異地性 4 点) については判別不能 (不明) となった (図 2)。すなわち、これまでの 12 つの組成グループに基づいた組成区分では不十分であり、これらについての再検討が急務であった。

この再検討を行うために、まず土屋・隅田 (2018) による判別図上に、原地性と異地性に関係なく全ての黒曜石原産地試料の定量分析値をプロットした (図 2)。すると、K と HH グループを除くと、MT から O グループにかけて、これらのプロットは X と Y 軸の値の反比例関係を表す曲線 (トレンド) 上に乗る変化で示された (図 2)。このトレンドは、Suda (2012: Fig.5) などの先行研究から、霧ヶ峰地域の流紋岩類を形成したマグマの結晶分化過程を表すものと判断され、マグマの結晶分化が進めば進むほど、化学組成はトレンドのより左に移動するものと示唆される。さらに、B から T グループのトレンドの下に、もう一つ別のトレンドがあるように見え、こ

表 3 黒曜石原産地の化学的区分

化学的区分(略記号)		原産地名
土屋・隅田 (2018)	本研究	
B	BH1	ブドウ沢・本沢
H	BH2	ブドウ沢・本沢
BH	BH2	ブドウ沢・本沢
BHU	BHU	ブドウ沢・本沢・ウツギ沢・牧ヶ沢
FS	FS	古峠・三ノ又沢
HH	HH	星ヶ塔・星ヶ台・東俣
K	K	小深沢
M	M	高松沢
MT	MT	東餅屋・鷹山
O	O1	牧ヶ沢
	O2	男女倉左岸
	S	三ノ又沢
T	T	ツチャ沢
W	W	和田峠
Ms	Ms	冷山・麦草峠

のトレンドは図の左側のFSに繋がる。すなわち、KやHHグループと同様に、MTからOグループにかけての主要なトレンドとは異なるトレンドがFSからBやHグループの組成範囲の下に存在することが示唆される。

これらのマグマの結晶分化に関わる組成変化のトレンドに注目し、土屋・隅田(2018)が行った化学的区分について再検討した結果を表3に示す。BとHのグループは一つのグループとして扱い、新たにBH2というグループを設定した。図2においてBやTグループの下に見られるトレンドに対してはO2というグループを設定した。これに伴い土屋・隅田(2018)が定めたOグループ(牧ヶ沢)はO1とした。さらに、Wグループよりも上方にプロットされる試料に対しては、Sというグループを

設定した。

4. 黒曜石原産地の原産地判別の手法

黒曜石製石器の原産地判別を行う場合、それぞれの組成グループに対する判別図上の組成範囲を設定する必要がある。土屋・隅田(2018)では、それぞれの組成グループを代表する原地性の黒曜石原産地の平均値を中心に半径0.24(図2a)と半径0.15の円(図2b)を描き、それぞれのグループの組成範囲とした。一方で、判別図上のプロットは、全体として一つのトレンドを示していることから、このトレンドを考慮した新たな組成範囲の設定を行うこととした。

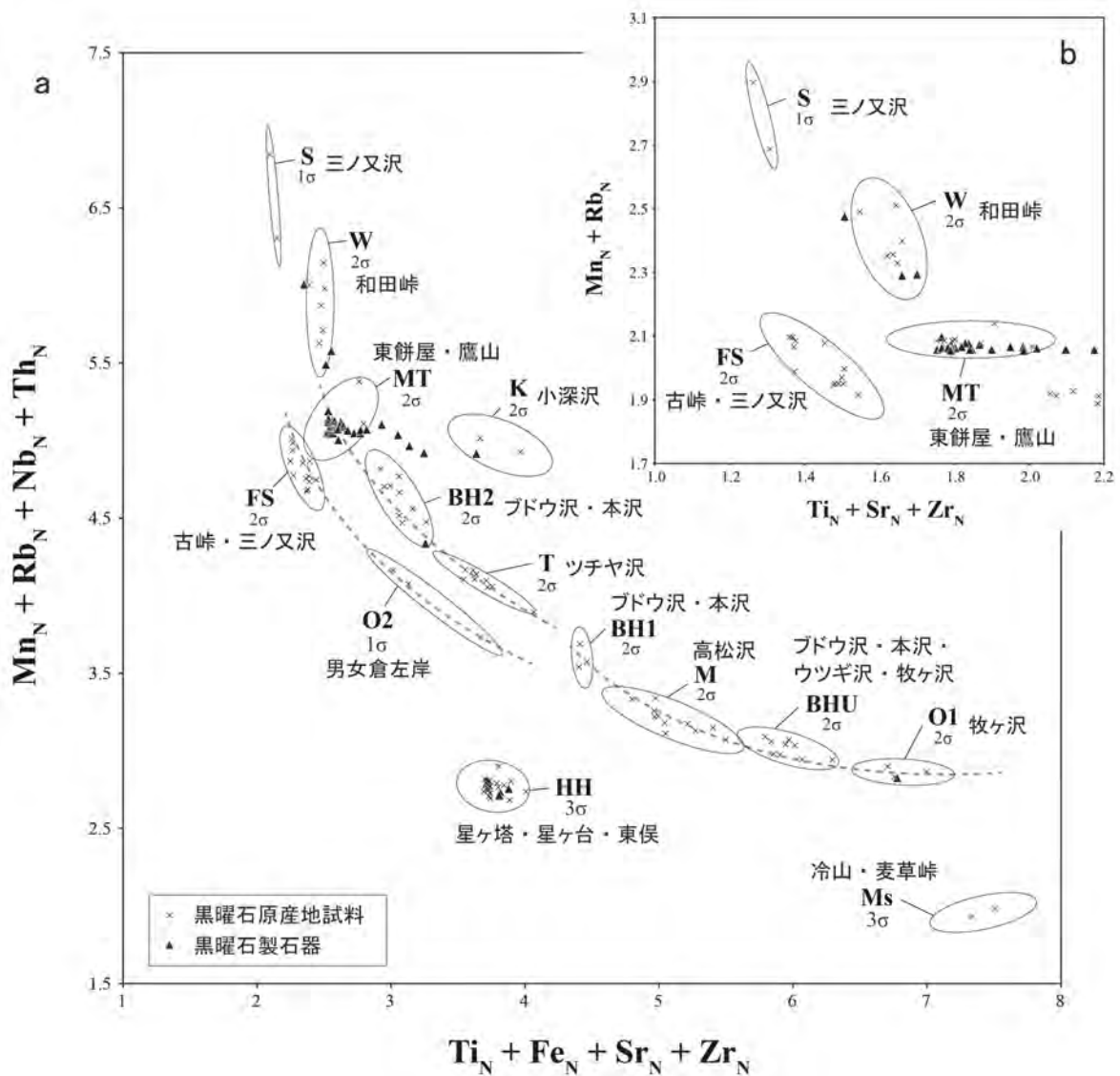


図3 霧ヶ峰地域の黒曜石原産地の判別図 (a,b)

NはJR-1による規格値を表す。

まず、表2に示す全ての黒曜石原産地試料に対して表3に示す化学的区分を行った上で(表1), 土屋・隅田(2018)による判別図上にプロットした。そして、それぞれの組成グループについての等確率楕円を $1\sigma\sim 3\sigma$ の条件で作成した(図3)。 1σ は68.27%, 2σ は94.5%, 3σ は99.73%の等確率楕円を示す。なお、Kグループについては、1点しか原産地試料がないため、小深沢の黒曜石の標準試料(JR-1)の分析値(隅田・土屋2015)の値を加えて計算を行った。等確率楕円の計算は、川道ほか(2018)と同様の手法を用いた。また、図2の土屋・隅田(2018)による判別法を準用し、W, FS, MT, Sの組成グループ間の判別は、Mn+Rb vs. Ti+Sr+Zrの散布図(図3b)を用いることとした。例えば、図3aの散布図で判別不能となったものでも図3bの散布図でMTと判別されたものは、最終的にMTグループであると判別する。

5. 黒曜石製石器の原産地判別

土屋・隅田(2018)が報告した広原遺跡群の発掘調査で得られた40点の黒曜石製石器の定量分析値を用い、図3に示す区分法と判別法について検証した。なお、ここでの原産地判別の計算は、川道ほか(2018)で用いられた手法と同様に、資料ごとに判別図の横軸と縦軸の分析値を入力するだけで判別図を判読することなく自動的に判別結果を得ることができるプログラムをMicrosoft

Excel for Mac 2011を用いて作成して行った。土屋・隅田(2018)による手法で得られた原産地判別結果(図1)と、本研究の手法で得られた原産地判別結果(図3)を表4に比較する。

判別不能(不明)の石器の点数は、土屋・隅田(2018)では8点、本研究では5点である。また先行研究と本研究で異なった判別結果が得られた石器は1点(EA-147)で、HとMTのグループ間での相違が生じている。本研究ではHとBグループを統一しBH2グループを新たに設定したが、この組成グループの見直しにおいて、土屋・隅田(2018)で判別不能とされた1点の異地性の黒曜石原産地試料(Tc-2-115)を本研究では新たにMTに区分したため、この試料の化学組成により近いものとしてEA-147の石器がMTに判別された。

そのほか、本研究で不明と判別された石器(EA-21691)は、土屋・隅田(2018)ではWグループと判別され図3においても極めてWグループの組成領域に近い場所にプロットされる。このことから、この石器は組成的にはWグループに区分されるものと判断した。一方で、不明と判別された4点の資料(EA-1210, EA-2901, EA-22359, EA-22642)は、いずれも図3のBH2グループの組成範囲のやや上にプロットされ、MTからTグループかけての主要なトレンドからも外れている。これらの石器の化学組成と同じ原産地試料がどこにあるのかは不明であり、今後の課題である。

表4 広原遺跡群黒曜石製石器の判別結果

遺物番号	本研究	土屋・隅田(2018)	遺物番号	本研究	土屋・隅田(2018)	遺物番号	本研究	土屋・隅田(2018)
EA-138	MT	MT	TP-3157	MT	MT	EA-22181	BH2	B
EA-146	MT	MT	EA-2181	MT	MT	EA-22247	MT	MT
EA-147	MT	H	EA-2325	MT	MT	EA-22273	MT	MT
EA-157	MT	MT	EA-2901	?	?	EA-22359	?	H
EA-186	MT	MT	EA-21321	HH	HH	EA-22442	MT	?
EA-1141	OI	O	EA-21414	MT	MT	EA-22610	MT	MT
EA-1149	MT	MT	EA-21556	MT	MT	EA-22623	MT	MT
EA-1189	MT	MT	EA-21581	HH	HH	EA-22642	?	?
EA-1210	?	?	EA-21688	MT	MT	EA-22863	HH	HH
EA-1232	MT	?	EA-21691	?(W)	W	EA-22945	HH	HH
EA-1289	W	?	EA-21965	MT	MT	EA-22954	MT	MT
EA-1347	W	?	EA-21970	MT	MT	EA-22964	HH	HH
EA-1395	MT	MT	EA-22014	MT	MT			
EA-1493	MT	?	EA-22147	K	K			

? は判別不能を表す

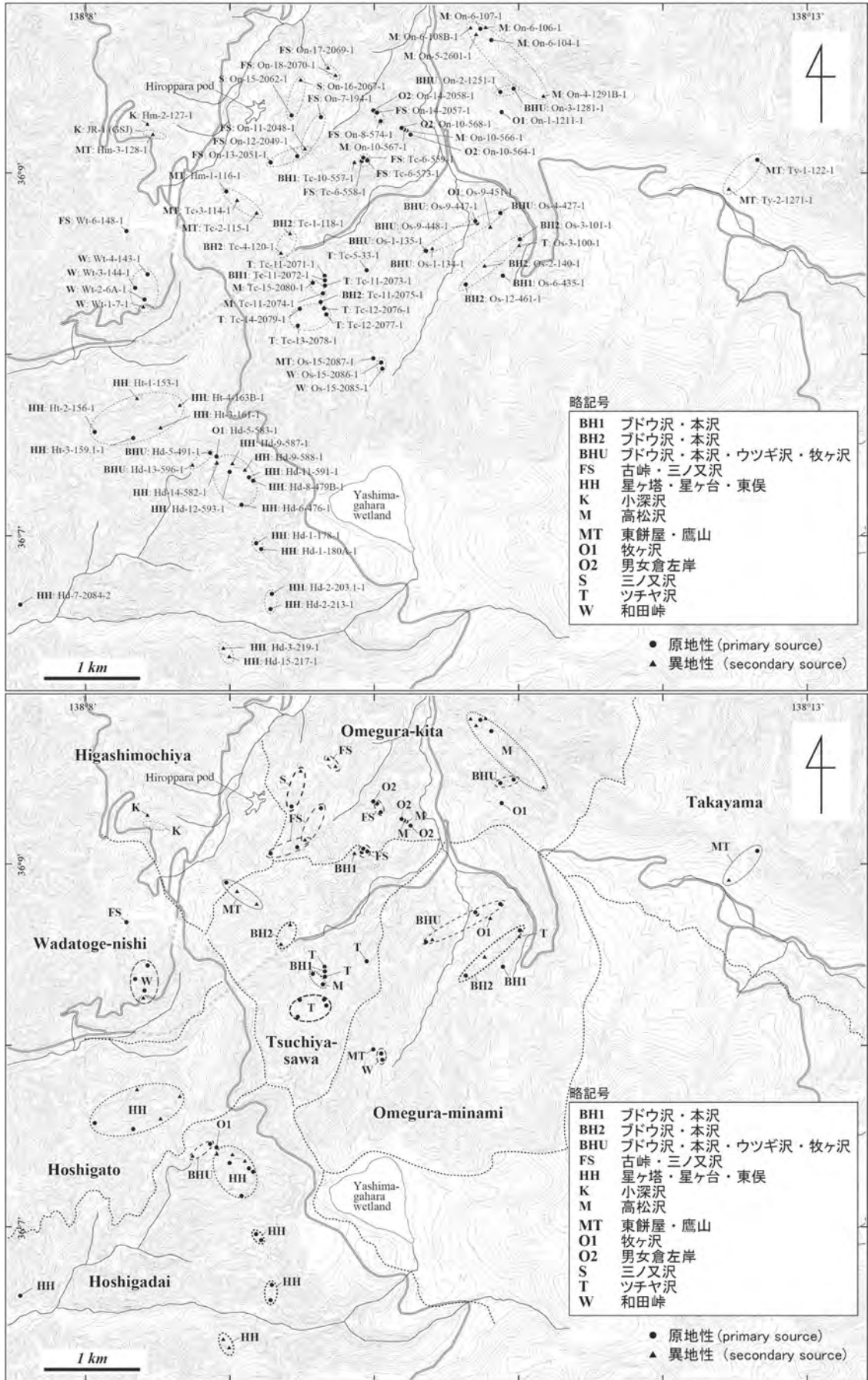


図4 化学的区分に基づいた黒曜石原産地の分布

6. 化学的区分に基づく黒曜石原産地の分布

本研究で新たに化学的区分を行い定めた、それぞれの組成グループの黒曜石原産地の地形図上の分布を図4に示す。隅田・土屋(2016)や土屋・隅田(2018)などの先行研究により示された結果と同様、ある地域の黒曜石原産地を一つの組成グループにより特徴づけることは困難である。例えば、星ヶ台(Hoshigadai)にはHHとともにO1やBHUの組成グループの黒曜石が存在する。さらに、原産地判別によりHHという結果が得られたとしてもHHグループの原産地は、星ヶ台と星ヶ塔(Hoshigato)の各所に散在する。また、鷹山(Takayama)地域にはMTグループの原産地が分布しているが、ある石器においてMTという判別結果が得られたとしてもMTに相当する原産地は、鷹山のほかに東餅屋(Higashimochiya)、ツチャ沢(Tsuchiya-sawa)、男女倉南(Omegura-minami)にも存在する。

島田ほか(2016; 図3.4, 図3.5)は、霧ヶ峰地域の黒曜石原産地試料の礫面なども含めた石質分類を行い、地域ごと、組成グループごとの外観上の特徴をとりまとめた。実際の黒曜石製石器の原産地判別では、理化学的な分析結果と、このような石質観察を組み合わせながら行うことが重要であろう。また、図4示す化学的区分に基づく黒曜石原産地の分布の様子は、黒曜石を形成した溶岩やマグマの違いが反映されたものと考えられる。この地域に広く分布する110万年～105万年前や76万年前(長井・杉原2016)の和田峠流紋岩類や鷹山火山岩類の火成活動のステージや溶岩層序との対応も、より正確な化学的区分を行う上での重要な作業であろう。

7. 定性分析による原産地判別法への適用に向けての検討と課題

望月(1997)によるエネルギー分散型蛍光X線分析装置を用いた黒曜石製石器の原産地判別は、現在、国内で最も広く利用されている手法で、国内の遺跡から発掘された多くの考古学的な黒曜石製の遺物に対して行われている。この手法の最大の利点は、石器を直接的に非破壊

で1点あたり数分の時間で分析できるため大量の石器の原産地判別を実施することができる。この手法の近年の成果や動向については、望月・小野(2018)にまとめられている。

土屋・隅田(2018)は、この望月(1997)法に基づいて3505点に及ぶ広原遺跡群から出土の石器の原産地判別結果を報告した。同時に、定量分析を行った40点の石器の判別結果と比較し、定性分析による判別結果の信頼性を検証した。結果、全40点の約75%にあたる29点から判別結果が得られ、これらの29点の判別結果の中で、定量分析による判別結果と異なっていたものは4点(14%)であった。ただし、これらの4点はいずれも、組成領域が近接したOとBHUの間、WとMTの間で生じたものであり、他の組成グループとは大きく組成領域が異なる例えばHHグループについての判別に問題はなかった。本研究で新たに設定した組成グループが、望月(1997)による判別法を用いた場合、どのくらいの分解能で判別することが可能か、隅田ほか(2018a)で示された手法を参考に、定量分析値に基づいて検討した。

JR-1規格の散布図(Mn/Fe vs. Rb/(Rb+Sr+Y+Zr))を作成し、それぞれの組成グループの黒曜石原産地試料の定量分析値をプロットした(図5)。なお、望月(1997)法は、定性分析に基づいているため、それぞれの元素の特性X線の強度比がプロットされる。結果、O1とBHUグループの組成領域、BHUとMグループの組成領域が非常に近接する。さらに、KグループがO2とTグループの組成領域と重なり、O2とBH2グループの組成領域もお互いに重なる。望月(1997)が示したもう一つの判別図(Fe/K vs. Rb/(Rb+Sr+Y+Zr))上でも同様の傾向が見られた。

エネルギー分散型蛍光X線分析装置による黒曜石製石器の原産地判別法は、明らかに化学組成が異なる原産地試料間の判別については非常に高い信頼性を持つ。このため日本各地から持ち込まれた黒曜石が集積した関東平野などの遺跡(消費地)において、霧ヶ峰や北八ヶ岳などの地域単位での黒曜石製石器の原産地を判別していく用途としては大変優れた手法であると言える。一方で、広原遺跡群の研究など原産地内での人類活動に関する細かな考古学的な解析を行う上で、黒曜石製石器の原産地

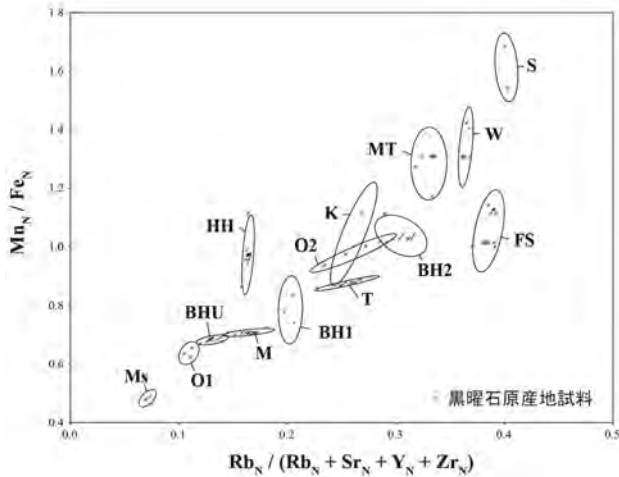


図5 望月 (1997) に基づく黒曜石原産地の判別図

を狭い範囲に絞っていくための用途としては、多少不十分な点が残されている。現在、検出器の向上に伴い、分析対象とする試料に近い化学組成を持った標準試料を用いることで、エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置であっても、高い信頼性を持った分析値 (半定量分析) を得ることができ、元素の種類によっては定量分析値との直接的な比較も可能になりつつある (Suda et al. 2018c)。

すなわち、波長分散型蛍光 X 線分析装置を用いた定量分析を黒曜石原産地試料に対して行い、これらを半定量分析のための標準試料として使用すれば、黒曜石製石器に対して、高い信頼性を持った半定量分析値を元素ごとに得ることができる。そして、地域ごとに最適な判別法を用いることで、黒曜石原産地内であっても高い分解能で原産地判別を実施することが可能になるであろう。原産地判別の基礎となる黒曜石原産地試料のアーカイブ化とともに、エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置を用いた新たな原産地判別法の展開によって、さらなる考古学的な研究展開に貢献できるものと考える。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金若手 (B) 「黒曜石製石器石材の原産地解析システムの新構築」 (研究代表: 隅田祥光)、科学研究費補助金若手 (B) 「黒曜石原産地の開発行動からみた先史社会の複雑化」 (研究代表: 及川穰)、文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「ヒト-資源環境系の歴史の変遷に基づく先史時代人類の誌の構築」 (研究代表: 小野昭) からの助成を受けて実施した。また、本研究の一部は、明治大学黒曜石研究センター研究連携「黒曜石原産地試料 (資料) の元素分析とアーカイブ化」に基づいて実施された。野外調査では、長和町黒曜石体験ミュージアムの大竹幸恵氏・村田弘之氏、長野県埋蔵文化財センターの大竹憲昭氏、元明治大学黒曜石研究センター客員教授の会田進氏、芙蓉パライト (株) の河田穂積氏にお世話になった。ここに記して感謝いたします。

引用文献

- 橋詰 潤 2018 「中部高地における後期旧石器時代前半期の黒曜石獲得をめぐる行動系: 広原II 遺跡の産地分析・考古統合データ」『資源環境と人類』 8:53-66
- Imai, N., Terashima, S., Itoh S. and Ando, A. 1995 1994 compilation values for GSJ reference samples, "Igneous rock series". *Geochemical Journal* 29: 91-95.
- 川道 寛・隅田祥光・片多雅樹・辻田直人 2018 「原産地判別プログラムを用いた黒曜石製石器の産地同定」『九州旧石器』 20:121-130
- 明治大学古文化財研究所 2009 「蛍光X線分析装置による黒曜石製遺物の原産地推定—基礎データ集<1>—」, 294p., 東京, 明治大学学術フロンティア事業
- 望月明彦 1997 「蛍光X線分析による中部・関東地域の黒曜石産地の判別」『X線分析の進歩』 28:157-168
- 望月明彦・小野 昭 2018 「新潟県真人原遺跡A, C, D地点出土の黒曜石製石器の産地推定」『資源環境と人類』 8:83-92
- 長井雅史・杉原重夫 2016 「II広原湿原地域の地形と火山地質」小野昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫 (編) 2016 「長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次~第3次調査報告書—」 明治大学黒曜石研究センター資料・報告集 1, pp.5-22, 明治大学黒曜石研究センター
- 及川 穰・宮坂 清・池谷信之・隅田祥光・橋詰 潤・堀 恭介・矢頭翔 2013 「霧ヶ峰地域における黒曜石原産地の踏査報告—下諏訪町和田峠西と長和町土屋橋東」『資源環境と人類』 3:77-94
- 及川 穰・宮坂清・隅田祥光・堀 恭介・今田賢治・川井優也・河内俊介・角原寛俊・藤川 翔 2014 「長野県下諏訪町和田峠西黒曜石原産地の調査報告」『資源環境と人類』 4:83-94
- 及川 穰・隅田祥光・宮坂 清・今田賢治・川井優也・河内俊介・角原寛俊・藤川 翔・高村優花・灘 友佳・野村亮弘・藤原 唯 2015 「長野県霧ヶ峰地域における黒曜石原産地の踏査報告(2)—長和町男女倉南地区と下諏訪町星ヶ台地区—」『資源環境と人類』 5:117-136
- 及川 穰・隅田祥光・高村優花・灘 友佳・野村亮弘・藤原 唯・望月

- 暁・梶浦由佳・松尾真里帆 2016「長野県霧ヶ峰地域における黒曜石原産地の研究—長和町男女倉北地区、ツチヤ沢地区と下諏訪町星ヶ台地区の踏査成果と遺跡・遺跡群の認識に関する考察—」『資源環境と人類』6:15-37
- 及川 穰・隅田祥光・松尾真里帆・田原弘章・望月 暁・梶浦由佳・栗野翔太 2017「長野県霧ヶ峰地域における黒曜石原産地の研究報告(5)—長和町男女倉北地区、同南地区、ツチヤ沢地区と下諏訪町星ヶ台地区の成果—」『資源環境と人類』7:95-109
- 小野 昭・島田和高・橋詰 潤 2016「I調査の目的・方法・枠組み」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫(編)2016『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1, pp.1-04, 明治大学黒曜石研究センター
- Potts, P. J., Tindle, A. G. and Webb, P. C. 1992 Geochemical reference material composition: rocks, minerals, sediments, soils, carbonates, refractories and ores used in research and industry, 313p., Caithness (UK), Whittles Publishing.
- リガク 1982『蛍光X線分析の手引き』, 167p., 東京・大阪, 株式会社リガク
- Suda, Y. 2012 Chemical analysis of obsidian by Wave Length-dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry: application to nondestructive analysis of archeological obsidian artifacts. *Natural Resource Environment and Humans* 2: 1-14.
- 隅田祥光 2013「波長分散型蛍光X線分析装置を用いた珪酸塩岩中の主要元素の定量分析法の確立」『資源環境と人類』3:31-45
- 隅田祥光・土屋美穂 2015「長野県霧ヶ峰地域における黒曜石原産地試料の元素分析と広原遺跡群の黒曜石製石器の原産地解析(予報)」『資源環境と人類』5:65-82
- 隅田祥光・土屋美穂 2016「IV広原I・II遺跡出土遺物の岩石学的分析: 長野県霧ヶ峰地域における広原遺跡群出土の黒曜石製石器の原産地解析」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫(編)2016『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1, pp.197-219, 明治大学黒曜石研究センター
- 隅田祥光・亀井淳志・川道 寛・及川 穰・稲田陽介・栗野翔太 2018a「長崎県壱岐と島根県隠岐島後の黒曜石の化学的特徴の類似性と原産地判別法についての検討」『旧石器研究』14:83-108
- Suda, Y., Tsuchiya, M., Hashizume, J. and Oyokawa, M. 2018b Chemical discrimination of obsidian sources in the Kirigamine area and provenance analysis of obsidian artifacts from the Hiroppara prehistoric sites I and II, central Japan. *Quaternary International* 468: 72-83.
- Suda, Y., Andrei, V.G., Kuzmin, Y.V., Glascock, M.D., Wada, K., Ferguson, J.R., Kim, J., Popov, V.K., Rasskazov, S.V., Yasnygina, T.A., Saito, N., Takehara, H., Carter, T., Kasztovszky, Z., Biró, K.T., and Ono, A. 2018c Inter-laboratory validation of the WDXRF, EDXRF, ICP-MS, NAA and PGAA analytical techniques and geochemical characterisation of obsidian sources in northeast Hokkaido Island, Japan. *Journal of Archaeological Science: Reports* 17: 379-392.
- 島田和高 2018「中部高地における後期旧石器時代前半期の黒曜石獲得をめぐる行動系: 原産地分析の考古学的データ統合」『資源環境と人類』8:67-82
- 島田和高・橋詰 潤・会田 進・中村由克・早田 勉・隅田祥光・及川 穰・土屋美穂 2016「III広原遺跡群の発掘調査」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫(編)2016『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1, pp.23-193, 明治大学黒曜石研究センター
- 土屋美穂・隅田祥光 2018「広原遺跡群第I遺跡・第II遺跡から出土の黒曜石製石器の原産地解析: 判別プログラムの修正と判別結果」『資源環境と人類』8:31-42

(2018年12月11日受付/2019年1月23日受理)

Chemical discrimination of obsidian source and provenance of obsidian artifacts in the Kirigamine area, Central Highland, Japan

Yoshimitsu Suda^{1*} and Minoru Oyokawa²

Abstract

Many prehistoric archaeological sites in the Kirigamine area yield obsidian artifacts. We performed geological and archaeological field surveys in this area from 2011 to 2016, revealing 76 distinct sources of obsidian. Quantitative analyses by wavelength dispersive X-ray fluorescence (WD-XRF) spectrometry revealed that these obsidian sources can be chemically divided into 13 groups that can be distinguished using Mn+Rb+Y+Nb+Th vs. Ti+Fe+Sr+Zr and Mn+Rb vs. Ti+Sr+Zr variation diagrams. Based on this method, we assessed the provenance of 40 obsidian artifacts from the Hiroppara prehistoric site. We were able to assign 36 of the specimens to known obsidian sources based on chemical discrimination. However, the 4 remaining samples did not have an affinity with known sources, suggesting that unknown sources still exist in the Kirigamine area. Further chemical analysis of obsidian sources and additional archaeological and geological field surveys are required to fully understand the provenance of obsidian artifacts in the Kirigamine area.

Keywords: obsidian source; obsidian; central highland; Kirigamine; qualitative analysis; chemical discrimination

(Received 11 December 2018 / Accepted 23 January 2019)

1 Department of Geology, Faculty of Education, Nagasaki University, 1-14 Bunkyo-machi, Nagasaki 852-8521, Japan

2 Academic Assembly, School of Humanities and Social Sciences, Shimane University, 1060 Nishikawatsu-cho, Matsue-shi, Shimane 690-8504, Japan

* Corresponding author: Y. Suda (geosuda@nagasaki-u.ac.jp)