

# 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

# 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<sup>1\*</sup>・島田 和高<sup>2</sup>

## 要 旨

東京都下原・富士見町遺跡出土の後期旧石器時代の石器248点について、ポータブル型蛍光X線分析装置(p-XRF)を用いた非破壊定量分析を行い、黒曜石原石組成との比較から、それらの原材料の原産地推定を行った。WD-XRFによる破壊分析によって組成を求めた黒曜石の板状試料を基準物質として、p-XRF分析値の較正を行った。分析した石器はルビジウム含有量によって、Rb = 25 ppm, Rb = 50 ppm, Rb = 110 ppm, Rb = 150 ppmおよび Rb > 240 ppmの5つのグループに分けられた。Rbとその他の元素濃度の特徴からこれらの旧石器の原材料黒曜石は、箱根畑宿系(84点)、伊豆柏峠系(22点)、北八ヶ岳系(40点)、星ヶ塔系(49点)、和田・鷹山系(50点)のものであると推定された。また、3点の旧石器については原岩組成との一致度が低く、原産地を推定するに至らなかった。元素濃度に基づく原産地推定は、従来の元素比に基づく原産地推定とよい一致を見せた。両手法を併用することによって、より緻密な原産地推定を行うことが可能になると考えられる。

キーワード：ポータブル型XRF、黒曜石、下原・富士見町遺跡、原産地推定

## 1. はじめに

先史時代に石器原材料として利用された黒曜石は、流紋岩マグマが固結したガラス質岩石である。流紋岩マグマは地殻の部分熔融で生じ、その微量元素組成は、地殻物質の化学組成・鉱物組み合わせに大きく依存するため、流紋岩マグマが固結した黒曜石は、産地ごとに微量元素組成が異なることが多く、この性質を利用して定量化学分析に基づく黒曜石石器の原産地推定が行われている。文化財である黒曜石遺物の化学分析は非破壊で行う必要がある。このため、従来日本では照射するX線エネルギーが比較的小さく、大型の真空試料室を持った据え置き型のエネルギー分散型蛍光X線分析装置(ED-XRF)を用いて、黒曜石遺物の分析がなされてきた。しかし、収蔵施設への据え置き型ED-XRFの移動や施設からの遺物貸し出し手続きの煩雑さなどのため、原産地推定が一般化する以前に発掘され学史的に重要な遺物の中にも、ま

だ化学分析されていないものがある。

近年、検出器や温度・圧力センサーなどの高性能化によって、持ち運び可能なポータブル型蛍光X線分析装置(p-XRF)の普及が進んでいる。p-XRFによる分析が一般化すれば、収蔵施設へ出向いての分析や発掘現場でのオンサイト分析が容易になり、黒曜石遺物の原産地推定に基づく、先史人類の動態推定がより進展すると考えられる。海外ではすでにp-XRFによる黒曜石遺物の分析事例(Abedi et al. 2018; Frahm and Tryon 2018など)が多くあるが、日本ではまだあまり行われていない。眞島(2018)は黒曜石研究センター保有のp-XRF(オリンパスDelta Premium DP-6000)について、黒曜石遺物分析の基礎実験を行い、十分な性能のあることを報告した。現在、p-XRFを用いた黒曜石遺物分析の具体的実施例として、明治大学校地内の東京都下原・富士見町遺跡から発掘された後期旧石器時代の石器(明治大学校地内遺跡調査団2015, 2016b)について化学分析を行い、原材料の原産地推定を進めるとともに、分析上の問題点の洗い出

1 明治大学黒曜石研究センター 〒386-0601 長野県小県郡長和町大門3670-8

2 明治大学博物館 〒101-8301 東京都千代田区神田駿河台1-1

\* 責任著者：眞島英壽(hmashima@meiji.ac.jp)

しを行っている。本論文では、p-XRFを用いた下原・富士見町遺跡出土旧石器の化学分析と原産地推定について、現在までに得られた結果を報告する。本研究では、p-XRFの測定条件の設定・キャリブレーションと、分析結果の評価および原産地推定を眞島が行い、分析対象遺物の選定と実際の測定作業を島田が行った。

## 2. 下原・富士見町遺跡の概略

下原・富士見町遺跡は東京都三鷹市大沢4丁目と調布市富士見町4丁目に跨がる明治大学用地内の遺跡である(図1)。下原・富士見町遺跡という名称は、下原遺跡(三鷹市遺跡番号15)と富士見町遺跡(調布市遺跡番号64)を合わせたものである。下原・富士見町遺跡については2004年度から2007年度まで明治大学校地内遺跡調査団による発掘調査が行われ、後期旧石器時代、縄文時代、近世、近・現代の遺構・遺物が確認され、その成果は、5冊の報告書にまとめられている(明治大学校地内遺跡調査団2011, 2013, 2015, 2016a, b)。出土した黒曜石石器のうち縄文時代のものについては、杉原ほか(2013)によって33点中31点の原産地推定が行われ、神津島地区恩馳島系19点、霧ヶ峰地区西霧ヶ峰(星ヶ塔)系3点、同地

区和田峠・鷹山系3点、北八ヶ岳地区麦草峠・冷山系2点、箱根地区畑宿系1点および天城地区柏峠系3点という結果が得られている。本研究では、同遺跡から出土し、明治大学博物館が収蔵する後期旧石器時代の石器を分析した。それらの遺跡での石器集中部の状況は明治大学校地内遺跡調査団(2015)、それぞれの石器の具体的特徴は、明治大学校地内遺跡調査団(2016b)で述べられている。

## 3. 分析方法

分析に用いたのはオリンパス製ポータブル型XRF DP-6000である。実際の測定に当たっては、測定中の試料とX線源・検出器の距離・角度を一定にするため、防爆スタンドにDP-6000を設置し、ノートPCから操作を行った。従来、定量分析ソフトウェアとしてDP-6000搭載の「Mining plus」(鉱石分析向け)を用いていたが(Mashima 2018)、今回から通常の岩石分析向け「Geochem」に変更した。

従来、黒曜石遺物の原産地推定は、測定元素の特性X線強度ベースで行われてきたが(望月1997, 2002; 杉原ほか2013など)、今後の分析拠点の多展開や地球科学分野との連携など、黒曜石研究の発展性を考慮すると、分

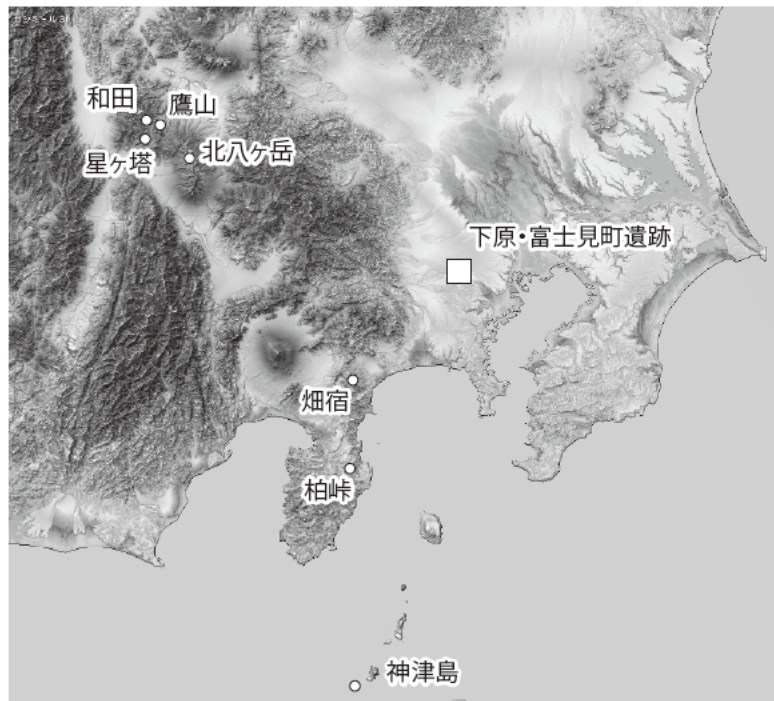


図1 下原・富士見町遺跡と主な黒曜石原産地の位置図

析結果は定量値として表すことが望ましいと考えられる。Geochem はケイ酸塩鉱物からなる岩石の定量分析向けに開発されているが、地球化学標準試料などを用いた厳密なキャリブレーションは行われておらず、分析値の保証はない。このため、波長分散型 XRF (WD-XRF) など他社製 XRF と分析結果の比較を行うには、分析値の

系統的ずれを補正するために分析値が既知の基準試料を用いて較正する必要がある。

そこで、本研究では、眞島 (2018) と同様な方法で、WD-XRF で全岩化学組成を求めた黒曜石 8 試料 (表 1) を基準試料として、Geochem による分析結果の性質を調べた (図 2)。その結果を見ると、K よりも原子番号の大きな

表 1 p-XRF の校正に用いた基準黒曜石の化学組成

試料産地	白滝	高原山	星ヶ塔	恩馳
Na <sub>2</sub> O (wt. %)	3.89	3.76	3.91	4.20
MgO	0.02	0.19	0.06	0.14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.79	12.33	12.55	12.96
SiO <sub>2</sub>	76.19	76.34	76.20	77.24
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	0.02	0.01	0.02
K <sub>2</sub> O	4.36	3.04	4.51	3.17
CaO	0.55	1.52	0.50	0.82
TiO <sub>2</sub>	0.03	0.18	0.09	0.11
MnO	0.05	0.06	0.08	0.08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	1.16	1.83	0.61	0.81
Total	99.07	99.27	98.53	99.54
Rb (ppm)	160.3	115.7	142.9	69.4
Sr	28.3	107.0	39.1	74.7
Y	25.1	37.1	23.0	22.1
Zr	69.5	157.1	74.8	76.8

	隠岐島後	腰岳	針尾	多良岳
Na <sub>2</sub> O (wt. %)	4.16	3.83	3.93	3.84
MgO	0.00	0.04	0.08	0.12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.74	12.98	13.54	14.11
SiO <sub>2</sub>	74.89	75.79	75.09	75.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-----	0.02	0.02	0.04
K <sub>2</sub> O	4.95	4.35	4.34	3.97
CaO	0.57	0.65	0.97	1.15
TiO <sub>2</sub>	0.11	0.03	0.08	0.06
MnO	0.06	0.05	0.06	0.06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	1.94	1.05	1.42	1.09
Total	99.44	98.79	99.53	99.60
Rb (ppm)	224.2	188.2	160.9	146.3
Sr	1.1	41.5	90.2	171.7
Y	46.3	20.6	18.4	9.5
Zr	339.6	66.9	131.4	62.8

組成は WD-XRF を用いた破壊分析 (ガラスビード法) によって求めた。

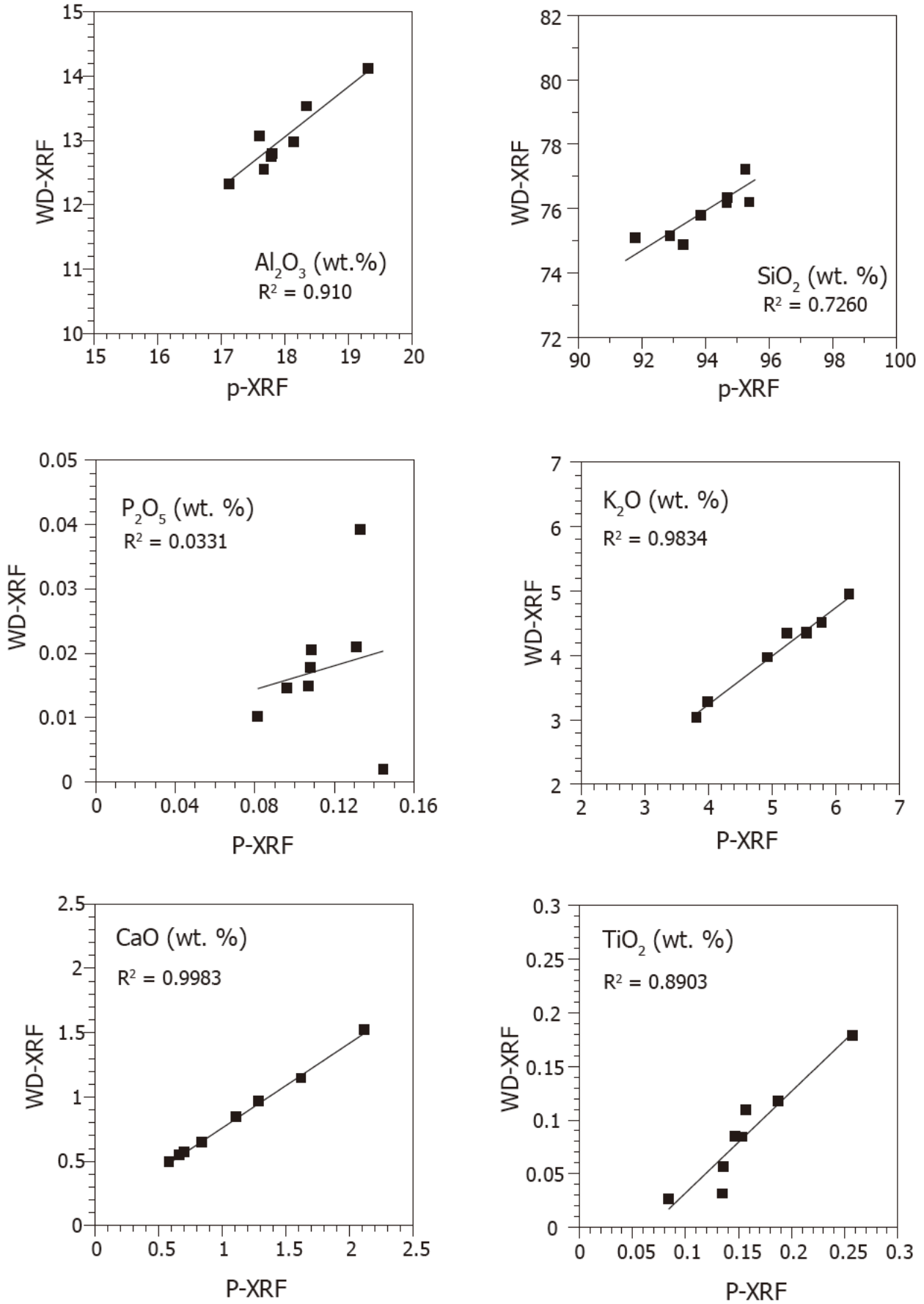


図2 定量に用いた p-XRF の検量線

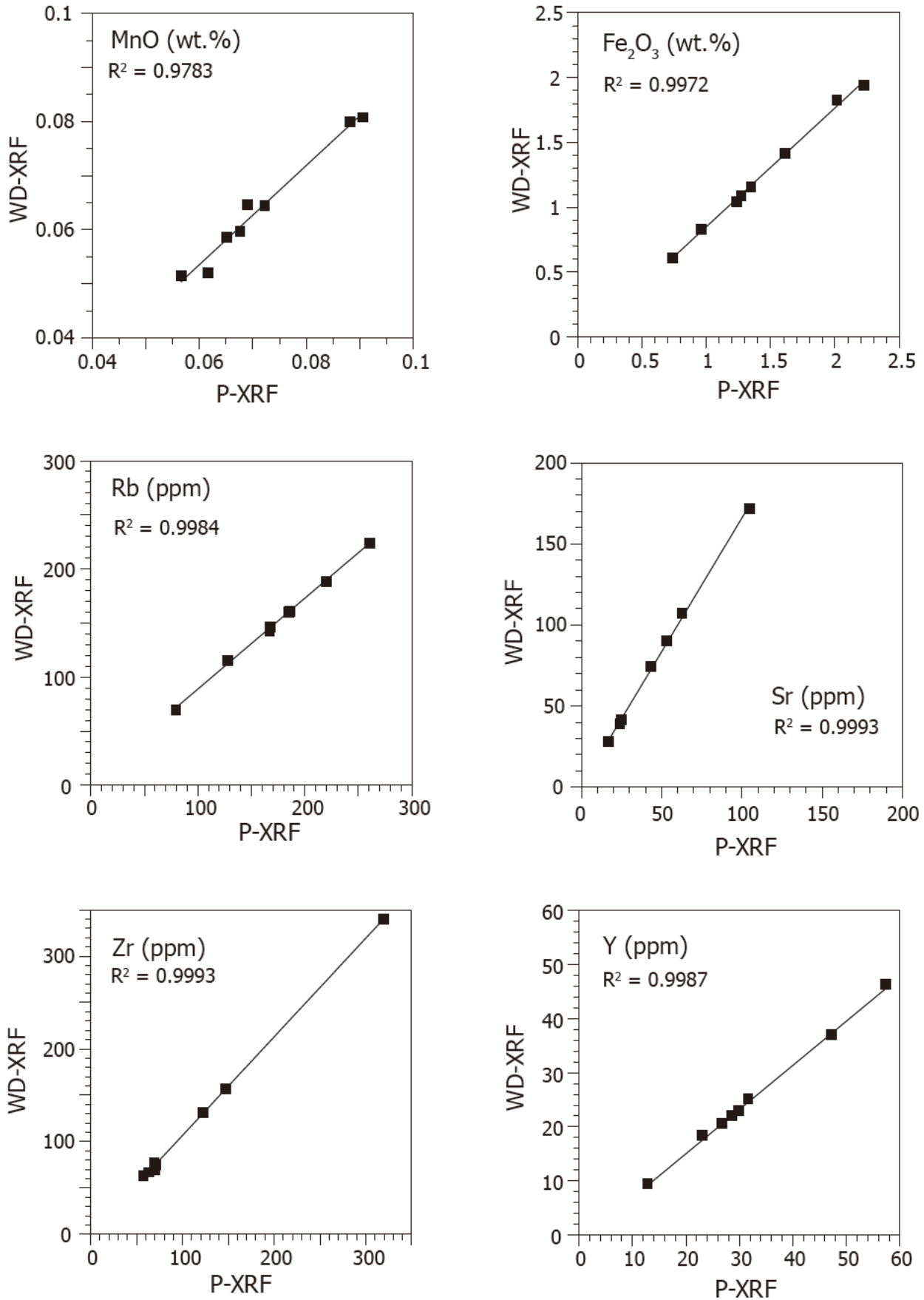


図2 定量に用いた p-XRF の検量線 (続き)

元素において、基準試料の WD-XRF の分析値と p-XRF の Geochem による分析値は直線相関を示し、ED-XRF (眞島・須藤 2019) よりも高い相関係数を見せる場合もある。つまり、平板黒曜石試料中のこれらの元素に対する p-XRF 分析値の信頼性は ED-XRF 分析値とほぼ同等であると考えられる。また、得られた回帰直線を基にして、Geochem で得られた分析値を補正することによって、より真値に近い定量結果を得ることができ、WD-XRF など他の分析手法で得られたデータと対比可能であることが確認された。

#### 4. 分析結果と原産地推定

本研究における下原・富士見町遺跡出土の黒曜石旧石器 248 点の分析結果は、黒曜石研究センターホームページや明治大学学術成果リポジトリから参照可能である。代表的な石器の分析結果について表 2 に示した。また図 3 に各元素濃度を、Rb に対してプロットした。MgO と P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> については、定量を行ったが多数の石器で検出下限以下となったため、図示していない。比較のため、WD-XRF を用いた破壊分析による黒曜石原石の組成 (隅田・及川 2019; 眞島 未公表) もプロットした。天然の岩石

試料を対象とする岩石学分野では主成分元素については、酸化物換算の wt. % (重量%), 微量元素については ppm (重量 part per million) で表現されるので、その習慣に従って分析結果を表した。

黒曜石石器の SiO<sub>2</sub> 分析値は約 50 wt.% から 90 wt.% まで変化し、明らかに黒曜石原石の組成範囲より変化が大きい。その原因の一つは試料測定面と X 線源・検出器の距離の不均一と考えられる。試料が凸面の場合は、X 線源・検出器までの距離が平面試料より近く、高濃度の析値が得られ、試料が凹面の場合は、X 線源・検出器までの距離が平面試料より遠く、低濃度の分析値が得られる。センター設置の据置 ED-XRF (JOEL JSX-3100II) では、定量ソフトウェア上で、この形状効果を補正しているが、p-XRF (DP-6000) 搭載のソフトウェア“Geochem”のデフォルト定量プログラムにはそのような機能が備わっていない。また、大気雰囲気条件で測定するため、大気による X 線の吸収減衰が大きく、分析結果に形状効果が明瞭に表れたと考えられる。

今回分析した中で、ルビジウム (Rb) は地殻を構成する鉱物に対する不適格度 (含まれにくさ) が最も大きい元素の一つである。このため、冷却に伴う流紋岩マグマの結晶分化では単調に増加し、地殻の部分溶融による

表 2 代表的な下原・富士見町出土旧石器の分析値

図版番号	1304-023	1304-007	1209-008	IVc-017	2201-003
推定原産地	畑宿	柏峠	北八ヶ岳	星ヶ塔	和田・鷹山
MgO (wt. %)	----	----	----	----	----
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.32	13.92	12.86	15.18	12.89
SiO <sub>2</sub>	75.55	75.93	76.37	75.95	77.53
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.02	0.02	0.02	----
K <sub>2</sub> O	1.32	2.42	4.08	4.61	4.61
CaO	1.89	1.58	0.83	0.56	0.54
TiO <sub>2</sub>	0.28	0.17	0.23	0.13	0.01
MnO	0.11	0.05	0.06	0.08	0.11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	2.75	1.72	1.00	0.66	0.67
Total	95.24	95.82	95.45	97.18	96.36
Rb (ppm)	26	52	114	142	292
Sr	151	100	114	39	8
Y	41	39	13	23	43
Zr	152	192	104	73	96



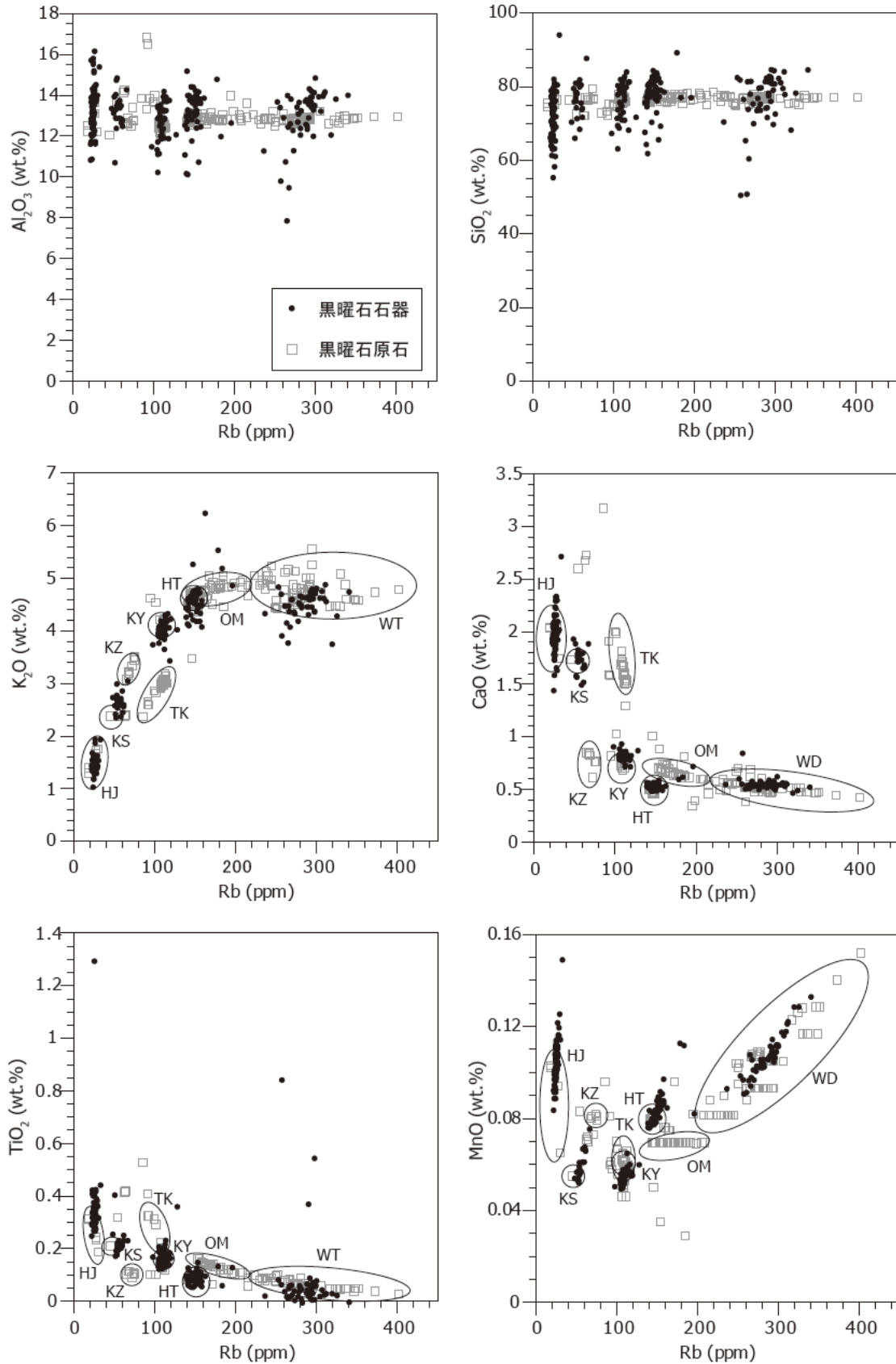


図3 下原・富士見町遺跡の定量分析結果

比較に用いた黒曜石原石組成は隅田・及川 (2019), 眞島 (未公表) による。原産地略号: IH 伊豆箱根, KZ 神津島, TK 高原山, KY 北八ヶ岳, HT 星ヶ塔・星ヶ台, OM 男女倉, WT 和田・鷹山。図中の実線楕円はそれぞれの原産地の組成範囲を表す。



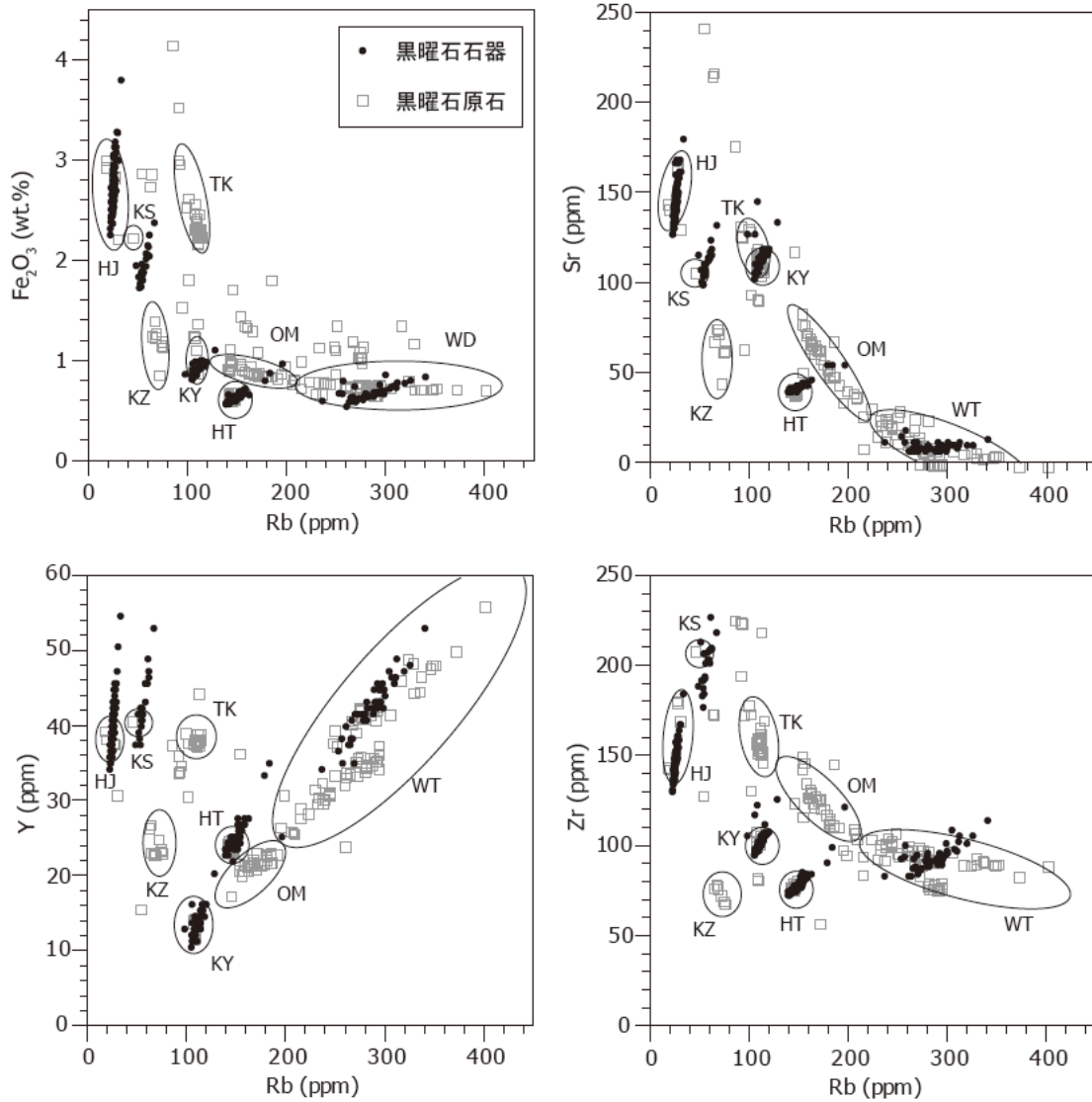


図3 下原・富士見町遺跡の定量分析結果 (続き)

流紋岩マグマの発生では単調に減少することが期待される。ルビジウムに注目すると、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  vs. Rb 図や  $\text{SiO}_2$  vs. Rb 図において、分析した石器は、Rb = 25 ppm (84点)、Rb = 50 ppm (22点)、Rb = 110 ppm (40点)、Rb = 150 ppm (49点)、および Rb > 240 ppm (50点) の5つのグループに大きく分けられる。一方、本州中央部の黒曜石原石についてみると、Rb 以外の K より原子番号の大きな元素についても、産地ごとに濃度の違いが認められる。そこで、元素濃度の特徴をもとにして、石器原材料に使われた黒曜石原産地の推定を試みた。

Rb = 25 ppm のグループ (84点) については、一部に原石組成の範囲をはみ出すものもあるが、Rb,  $\text{K}_2\text{O}$ , CaO,  $\text{TiO}_2$ , MnO,  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$ , Sr, Y および Zr の濃度が、箱根畑宿

産黒曜石の特徴と良く一致しており、畑宿産黒曜石を原材料としていると考えられる。Rb = 50 ppm のグループ (22点) については、Rb,  $\text{K}_2\text{O}$ , CaO,  $\text{TiO}_2$ , MnO, Sr, Y および Zr の特徴が、伊豆柏峠産黒曜石と近似しており、柏峠黒曜石が原材料であると考えられる。しかし、分析済み黒曜石原石に Rb = 50 ppm 石器と組成が完全に一致するものではなく、Rb = 50 ppm 石器の多くは、柏峠黒曜石よりも  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$  が少ない。推定の確実性を上げるには柏峠黒曜石の分析点数を増やすと共に、 $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$  が少なく定量された原因を検討する必要がある。Rb = 110 ppm の黒曜石の著名な原産地としては、栃木県高原山と長野県北八ヶ岳 (麦草峠・冷山) がある。両者を比較すると、北八ヶ岳黒曜石の方が高原山黒曜石よりも、 $\text{K}_2\text{O}$  にとみ、

CaO, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*, Y, Zr に乏しいという特徴があり, 両者を識別することができる. Rb = 110 ppm のグループ (40 点) のこれらの元素の特徴は, 北八ヶ岳黒曜石のものと同様一致しており, 北八ヶ岳黒曜石を原材料とされる考えられる. Rb を 150 ppm 程度含む黒曜石原石としては, 長野県和田峠の男女倉黒曜石と, 下諏訪町星ヶ塔・星ヶ台黒曜石がある. 男女倉黒曜石は Rb が 130 - 200 ppm と幅広いのに対して, 星ヶ塔・星ヶ台黒曜石は Rb = 150 ppm 付近に組成が集中している. また, 星ヶ塔・星ヶ台は, 男女倉よりも MnO と Y にとみ, CaO, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*, Sr, Zr に乏しい特徴がある. Rb = 150 ppm グループ (49 点) は Rb = 150 ppm 付近に組成が集中すると共に, MnO と Y にとみ, CaO, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*, Sr, Zr に乏しいので, これらの原産地は星ヶ塔・星ヶ台であると考えられる. Rb > 240 ppm の黒曜石の産地として, 本州中央部では和田 (東餅屋)・鷹山が報告されている. Rb > 240 ppm グループ (50 点) は Rb に富むだけでなく, Sr に乏しいなど, その他の元素組成の特徴も, 和田黒曜石とよく一致しており, 和田 (東餅屋)・鷹山を原産地とされる考えられる. また, Rb = 170 - 200 ppm の 3 点の石

器については, 組成範囲が黒曜石原石の領域外である場合が多く, 現在の所, 原産地を特定できていない. これらについては, 再測定を行いさらに検討する必要がある. 下原・富士見町遺跡出土の縄文時代石器の原産地には神津島が含まれると考えられている (杉原ほか, 2013). Rb に対するその他の元素のプロット図で, 神津島は他の原産地から明瞭に識別される領域を形成する. しかし, 風化作用による元素移動や形状効果の影響の大きな K<sub>2</sub>O のプロット図以外で, 今回分析した石器は神津島の領域にプロットされなかった. 従って, 神津島産黒曜石を原材料とするものは含まれていなかったと考えられる.

## 5. 従来の Rb 分率図, Sr 分率図との比較

元素組成の特徴に基づいた原産地推定の妥当性を検証するため, 従来用いられている MnO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* vs. Rb/(Rb+Sr+Y+Zr) 図 (Rb 分率図) と Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*/K<sub>2</sub>O vs. Sr/(Rb+Sr+Y+Zr) 図 (Sr 分率図) に分析結果をプロットした (図 4). 今回のプロットは濃度比によるものであるが, 従来の特性 X 線強度比によるプロット (望月 1997;

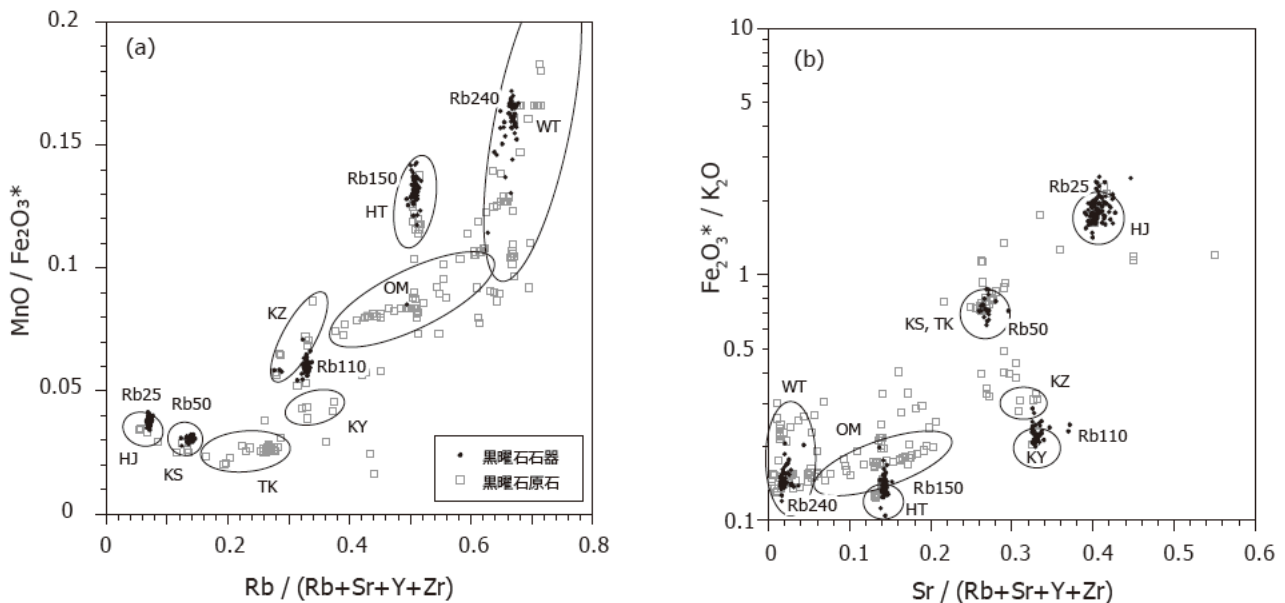


図 4 元素濃度比に基づく原産地推定図

(a) MnO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* vs. Rb / (Rb+Sr+Y+Zr) 図, (b) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*/K<sub>2</sub>O vs. Sr / (Rb+Sr+Y+Zr) 図. 従来の特性 X 線強度比ではなく, 元素濃度比によるプロットであることに注意.

杉原ほか 2013 など)と相似関係にあると考えて良い。Rb 分率図において、Rb = 25 ppm, Rb = 50 ppm, Rb = 150 ppm, Rb > 240 ppm のグループは畑宿、柏峠、星ヶ塔・星ヶ台、和田・鷹山の領域内にそれぞれプロットされたが、Rb = 110 ppm のグループについては MnO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* が北八ヶ岳よりやや大きな、神津島領域との中間にプロットされた。また、Sr 分率図では、北八ヶ岳の領域の中でも、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*/K<sub>2</sub>O の値が神津島に接近した側にプロットされた。これらの不一致は、Rb = 110 ppm 石器の Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* の定量値が、北八ヶ岳産原石の Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* の少ない側に集中していることが原因と考えられる。その理由については、比較に用いたのが、破壊分析によって得た原石組成であることや、原石の分析点数の不足が考えられるが、まだ十分に検討できていない。

従来、用いられている元素比プロットでは、測定試料表面の凹凸による形状効果が軽減されるため、不定形である考古遺物の測定結果のプロットとしては便利である。しかし、元素濃度が明らかに異なる試料でも、元素比は同じになる場合があり、得られる情報量が減少する。従って、元素比図の吟味には、元素濃度図を補助として用いた方が良いと考えられる。また、形状効果や風化作用の影響の大きさは元素ごとに異なるので、分析品質の確認も元素濃度図で行った方が原因の推定を行いやすいと考えられる。従来の元素比プロットと元素濃度プロットを併用することによって、より詳細な原産地推定が可能になると考えられる。

## 6. まとめ

本論文では、ポータブル型蛍光 X 線分析装置 (p-XRF) を用いた黒曜石遺物の非破壊全岩化学分析と、それに基づく原産地推定の具体例として、東京都下原・富士見町遺跡出土の後期旧石器時代の黒曜石石器についての予察的分析の結果を報告した。分析した 248 点の下原・富士見町遺跡出土の石器の原材料黒曜石は、畑宿系 (84 点)、柏峠系 (22 点)、北八ヶ岳系 (40 点)、星ヶ塔系 (49 点)、和田・鷹山系 (50 点) および男女倉系の疑いがあるもの (3 点) と考えられることが明らかになった。それぞれの産地の占める比率など、考古学的問題は今後さらに分析

点数を増やした上で議論したい。

p-XRF による黒曜石遺物分析の技術的な課題として、分析試料表面の凹凸などの形状が分析値に与える影響を、何らかの補正によって軽減する必要があることが明らかになった。また、北八ヶ岳産黒曜石を原材料とすると考えられる遺物について、p-XRF による非破壊分析で得られた MnO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* 比が、WD-XRF による破壊分析で得られたものより低いという問題も認められた。その原因が、比較対象とした黒曜石原石データの不足によるものか、粒子効果など非破壊分析上の問題なのか、今後明らかにする必要がある。

## 謝辞

本論文の内容は匿名の査読者からのコメントによって改善された。また本研究の実施に際し、一部に JSPS 科研費 基盤研究 (C) 「先史人類動態解明の鍵としての黒曜石分析」 (18K01092: 代表 眞島英壽) を充てた。記して謝意を表します。

## 引用文献

- Abedi, A., Varoutsikos, B., Chataigner C. 2018 Provenance of obsidian artifacts from the Chalcolithic site of Dava Göz in NW IRAN using portable XRF. *Journal of Archeological Science: Reports*. 20: 756-767
- Frahm, E., Tryon C. A. 2018 Later Stone Age toolstone acquisition in the Central Rift Valley of Kenya: Portable XRF of Eburran obsidian artifacts from Leakey's excavations at Gamble's Cave II. *Journal of Archeological Science: Reports*. 18: 475-486
- 眞島英壽 2018 「ハンドヘルド型蛍光X線分析装置Delta Premium DP-6000による黒曜石の非破壊全岩科学分析」『資源環境と人類』8: 109-118
- 明治大学校地内遺跡調査団 2011 『下原・富士見町遺跡I—近世～近現代の発掘調査— 明治大学校地内遺跡調査団調査報告書 3』221p. 東京, 明治大学
- 明治大学校地内遺跡調査団 2013 『下原・富士見町遺跡II—縄文時代の発掘調査— 明治大学校地内遺跡調査団調査報告書 4』226p. 18図版 東京, 明治大学
- 明治大学校地内遺跡調査団 2015 『下原・富士見町遺跡III—後期旧石器時代の発掘調査 (3) 出土石器— 明治大学校地内遺跡調査団調査報告書 7』598p. 24図版 東京, 明治大学
- 明治大学校地内遺跡調査団 2016a 『下原・富士見町遺跡III—後期旧石器時代の発掘調査 (2) 石器接合資料とその分布— 明治大学校地内遺跡調査団調査報告書 6』234p. 22図版 東京, 明治大学
- 明治大学校地内遺跡調査団 2016b 『下原・富士見町遺跡III—後期旧石

器時代の発掘調査(1)石器群の概要と出土状況— 明治大学校地内遺跡調査団調査報告書5』130p. 12図版 東京, 明治大学  
望月明彦 1997 「蛍光X線分析による中部・関東地方の黒曜石産地の判別」『X線分析の進歩』28: 157-168.  
望月明彦 2002 「黒曜石分析科学の現状と展望」『黒曜石文化研究』1: 95-102  
隅田祥光・及川穰 2019 「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」『資源環境と人類』9: 1-14

杉原重夫・金成太郎・弦巻千晶・弦巻賢介・佐藤裕亮・金木利憲 2013 「下原・富士見町遺跡出土黒曜石製遺物の原産地推定」『下原・富士見町遺跡II—縄文時代の発掘調査— 明治大学校地内遺跡調査団調査報告書4』明治大学校地内遺跡調査団, pp.156-165, 東京

(2019年1月12日受付／2019年3月18日受理)

# Nondestructive analyses for Paleolithic obsidian artifacts excavated from the Shimobara and Fujimicho site in Tokyo using a portable XRF for sourcing

Hidehisa Mashima<sup>1\*</sup> and Kazutaka Shimada<sup>2</sup>

## Abstract

Nondestructive bulk-rock analyses were carried out for 248 pieces of paleolithic obsidian artifacts, which were excavated from the Shimobara and Fujimicho site at the border of Mitaka city and Chofu city in Tokyo, for sourcing of their raw materials using a portable X-ray fluorescence spectrometer (p-XRF). The p-XRF was calibrated using 8 pieces of obsidian slabs whose compositions were determined using a wave-length dispersive type XRF. Based on the rubidium content, the analyzed artifacts could be divided into 5 groups, a group with Rb = ca. 25 ppm (84 pieces), that with Rb = ca. 55 ppm (22 pieces), with Rb = ca. 110 ppm (40 pieces), with Rb = ca. 150 ppm (49 pieces) and with Rb > ca. 240 ppm (50 pieces). In addition to Rb, compositional features of other elements, such as K<sub>2</sub>O, CaO, TiO<sub>2</sub>, MnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*, Sr, Y and Zr, indicate that raw materials of the obsidian artifacts would have been collected from Hatajuku, the Kashiwa path, Kita-yatsugadake, Hosigato and Wada-Takayama in the central part of Honshu, the main island of Japan. The results of obsidian sourcing based on element concentrations essentially agreed with those based on element ratios conventionally used in Japan. The combination of element concentration diagrams and element ratio diagrams would enable us to study obsidian sources more precisely.

**Keywords:** portable XRF, obsidian artifacts, the Shimobara and Fujimicho site, sourcing

(Received 12th January 2019 / Accepted 18th March 2019)

---

1 Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University, 3670-8 Daimon, Nagawa, Nagano 386-0601, Japan

2 University Museum, Meiji University, 1-1 Kand-Surugadai, Chiyoda-Ku, Tokyo 101-8301, Japan

\* Corresponding author: H. Mashima (hmashima@meiji.ac.jp)