

中部高地黒曜石原産地および周辺地域における  
後期旧石器時代石器群の p-XRF を用いた原産地分析

—雪不知遺跡，茶臼山遺跡，八島遺跡—

島田和高

資源環境と人類 第12号 121-131頁 2022年3月

Natural Resource Environment and Humans

No. 12. pp. 121-131. March 2022

# 中部高地黒曜石原産地および周辺地域における 後期旧石器時代石器群の p-XRF を用いた原産地分析 —雪不知遺跡，茶白山遺跡，八島遺跡—

島田和高<sup>1\*</sup>

## 要 旨

本論は、長野県中部高地黒曜石原産地および周辺地における後期旧石器時代石器群の原産地分析の推進を目的として実施した携帯型蛍光 X 線分析装置 (p-XRF, Bruker Tracer 5i) を用いた黒曜石原産地分析の結果を報告する。分析対象は、後期旧石器時代石器群である諏訪市雪不知 (N=231)、茶白山 (N=181)、八島 (N=153) の各遺跡出土石器である。p-XRF の可搬性という特性を活かし、遺物を借用することなく所蔵現地で分析を実施した。広域から局所へと化学組成グループを段階的に絞り込む形式の判別図 (島田・隅田2022) を用いた結果、各石器群は、Suda et al. (2021) により区分された中部高地原産地の化学組成グループに判別することができ、これらの原産地は全て中部高地 (霧ヶ峰ないし八ヶ岳) に限定された。隅田祥光によるオンライン原産地データベースで公開されている化学組成グループの地理座標に基づきこれらの原産地判別結果を中部高地原産地にマッピングすることで、今後の原産地人間行動の解明に対して基礎的なデータを提供することができた。

キーワード：p-XRF, 黒曜石原産地分析, 中部高地, 旧石器時代

## 1. はじめに

長野県中部高地黒曜石原産地には多数の後期旧石器時代・縄文時代の遺跡が存在し、その多くが黒曜石の獲得を通して原産地の利用と密接に関係した活動により形成されている (図1)。霧ヶ峰の一角にある東餅屋黒曜石原産地に近い広原湿原と広原遺跡群第Ⅰ・第Ⅱ遺跡の考古・古環境調査は、後期旧石器時代の黒曜石原産地における黒曜石獲得と遺跡形成をめぐる局所的な人間行動の解明が、原産地古景観への適応行動や広域の黒曜石利用にともなう石器技術戦略をよりよく理解し、説明する手がかりになることを示した (小野ほか2016; 島田2018; 土屋・隅田2018; 橋詰2018; 中村2018)。より長期にわ

たる中部高地原産地の先史人間行動とその時系列的変化を復元するためには、原産地および周辺地域に分布する多数の石器群について原産地分析を行いデータを統合する必要がある。これまでに、こうした研究目的にそって効果的に原産地分析を実施するために装置の持ち運びと試料の所蔵現地での分析が可能な携帯型蛍光 X 線分析装置 (p-XRF) を用いた黒曜石原産地分析法を構築した (島田・隅田2022)。

本論では、同方法に基づく p-XRF による長野県諏訪市雪不知遺跡、同茶白山遺跡、同八島遺跡出土の後期旧石器時代石器群の原産地分析結果について報告する。

1 明治大学博物館 〒101-8301 東京千代田区神田駿河台1-1

\* 責任著者：島田和高 (moirai3sis2@gmail.com)

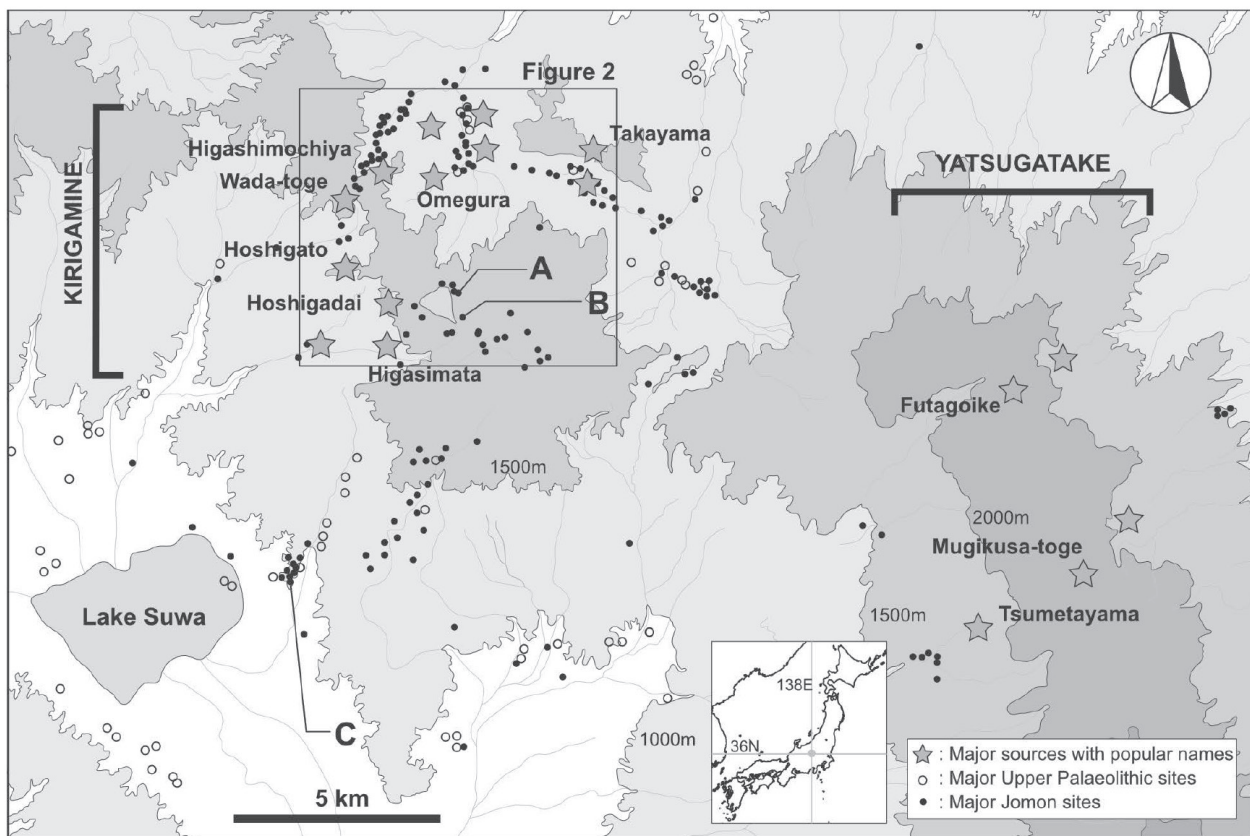


図1 p-XRF 黒曜石原産地分析対象遺跡の位置と長野県中部高地原産地の概要

Figure 1. Map showing study sites and overview of obsidian sources in the Central Highlands, Nagano Prefecture. A-C: Study sites. A: Yukishirazu (YKS), B: Yashima (YSM), C: Chausuyama (CUY).

## 2. 分析試料と方法

今回報告する黒曜石原産地分析の対象試料は、諏訪市雪不知（藤森・中村1964）、茶臼山（藤森・戸沢1962）、八島（戸沢1958）の後期旧石器時代遺跡出土の石器群である（図1）。分析した黒曜石製石器の点数は、雪不知が231点、茶臼山が181点、八島が153点である。機器による分析は、所蔵現地である諏訪市博物館において実施した。

遺物分析には、手持ち型の p-XRF である Bruker Tracer 5i (Rh ターゲット X 線管球, シリコンドリフト検出器) を用いた。測定は Bruker/MURR 製 Obsidian 工場検量線 (Glascock and Ferguson 2012; Martindale Johnson et al. 2021) を用いて実施した。測定元素は、Mn, Fe, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Th である。測定条件は、大気雰囲気下、管電圧40kV、管電流 50 μA がアプリケーションにより自動設定され、測定

時間は180~200秒とし、X 線照射面径は8mm、フィルターは100 μm Cu / 25 μm Ti / 300 μm Al が自動で設定される。測定値は、Mn と Fe を wt. %, それ以外の微量元素を ppm として得た。装置は、スタンドに固定することでウィンドウをほぼ水平に保ち、その上面に試料を置き X 線漏洩防止用のカバーを設置して測定を行なった。

測定は各試料について基本1回実施しているが、判別図に対して外れ値を示す場合には、複数回の測定を行なった。試料は X 線照射部分の汚れを無水エタノールで除去し、装置のウィンドウと設置した試料の間に生じる、石器形状や剥離面構成による間隙を可能な限り低減した姿勢で測定した。測定試料は、分析番号、原産地判別結果、遺物注記、現地収納情報、器種、礫面状態、石質、記録写真番号でリスト化した。分析番号は、雪不知を YKS、茶臼山を CUY、八島を YSM と略し、分析順の通し番号を付けた。遺物注記を判別できないまた注記がない場合は NA とした。収納情報とは、収納場所や

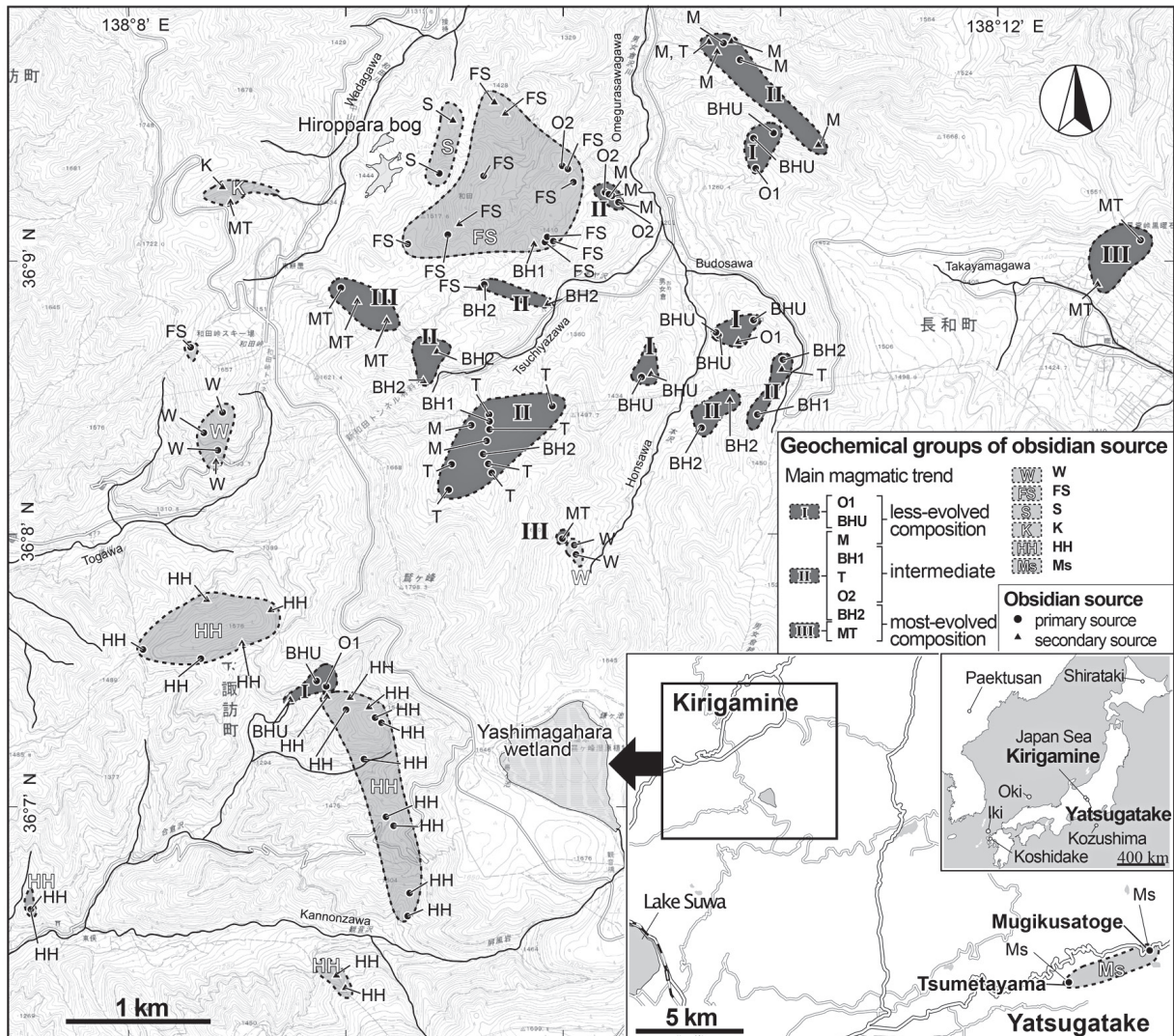


図2 中部高地黒曜石原産地における化学組成グループの分布 (Suda et al. 2021より作成)

Figure 2. Map showing GPS Localities of geochemical groups of obsidian standards defined by WD-XRF in the Central Highlands (modified after Suda et al. 2021). WD-XRF could identified 14 geochemical groups, including one group of Yatsugatake (Ms) (Suda et al. 2021). Abbreviations of geochemical groups are described in Figure 3-4.

収納コンテナについての記載である。器種分類は分析者(著者)の観察による。礫面状態は中村(2018, 2020)に準拠した。黒曜石の石質分類は小野ほか(2016)に準拠した。記録写真番号は、分析番号ラベルと試料を撮影した画像ファイル名である。測定後の試料は分析番号ラベルを付したチャック付ポリ袋に収納した。なお、測定値の品質管理のため、隅田祥光による黒曜石原産地オンラインデータベース<sup>1)</sup>で公開されている基準原石試料であるJOR-1(留辺薬産黒曜石, Suda et al. 2018)あるいはJOSA-1(あじさいの滝産黒曜石, Suda et al. 2018)について、午前と午後に分け数回測定/日を行い、判別図にプロットした。

原産地判別には、広域から局地的に段階的に化学組成グループを絞り込む、以下の5枚の判別図を用いた。詳細は、島田・隅田(2022)を参照。図2に中部高地黒曜石原産地のSuda et al. 2021による化学組成グループの分類と産出地の位置関係を示した。各判別図の概要と判別の流れについて、以下に記す。

判別図1【日本列島】: 判別の指標として $0.001 \times \text{Zr} / \text{Mn}$  versus  $\text{Rb} / \text{Y}$ を用いている。分析試料のうち中部高地原産地の化学組成グループに含まれる試料とその他の原産地を大きく区別することを目的としている。ここで中部・関東地方の化学組成グループに判別された試料は、判別図2で展開する。

判別図2【中部・関東】：判別の指標としてRb (ppm) versus Sr / Y を用いている。中部高地原産地の化学組成グループのうち霧ヶ峰のHH (星ヶ塔・星ヶ台)と八ヶ岳のMs (麦草峠・冷山)ならびに中部・関東地方の各原産地を判別することを目的としている。ここで霧ヶ峰の化学組成グループに判別された試料は、判別図3で展開する。

判別図3【霧ヶ峰】：判別の指標としてRb (ppm) versus Sr (ppm) を用いている。霧ヶ峰の化学組成グループを大きく二つに区分することを目的としている。まず、x軸のSr濃度で40 ppm以下を示すS(三ノ又沢), W(和田峠), FS(古峠・三ノ又沢), K(小深沢), MT(東餅屋・鷹山), BH2(ツチヤ沢・本沢), O2(男女倉左岸), T(ツチヤ沢), BH1(ブドウ沢・本沢)に判別された試料は、判別図4で展開する。また、Sr濃度で40 ppm以上を示すM(高松沢), BHU(ブドウ沢・本沢・ウツギ沢・牧ヶ沢), O1(牧ヶ沢)に判別された試料は、判別図5で展開する。なお、場合によっては、前者のうちS, W, FS, Kをここで判別することもできる。

判別図4【霧ヶ峰, Sr < 40 ppm】：判別の指標としてJR-1 normalized Mn + Rb + Y + Nb versus JR-1 normalized Rb / Rb + Sr + Y + Zr (JR-1: Imai et al. 1995) を用いている。ここでは、判別図3で区分したSr濃度40 ppm以下の化学組成グループを分離することを目的としている。ただし、BH2はBH1, O2, Tと分離できないことがある。また、BH1, O2, Tは今回使用した判別図では分離できない。なお、MTとBH2については、試料のプロットが境界付近で近接して分布することにより視覚的に両者を判別することが困難になる場合がある。その場合、MTとBH2の基準原石試料のp-XRF濃度が、Mn(BH2 < 0.07 wt. % < MT)とFe(MT < 0.44 wt. % < BH2) およびY (BH2 < 42 ppm < MT) について相互に区別できる値を取ることから、遺物試料から得られたこれらの値を勘案して判断する。

判別図5【霧ヶ峰, Sr > 40 ppm】：判別の指標としてRb / Zr versus Sr (ppm) を用いている。ここでは、判別図3で区分したSr濃度40 ppm以上の化学組成グループであるM, BHU, O1を判別することを目的としている。

### 3. 分析結果

#### 3-1 諏訪市雪不知石器群

p-XRFによって得られた化学分析値に基づいて、図3の判別図により雪不知石器群の原産地推定を行った。その結果を表1にまとめた。図3より、雪不知石器群231点は全て中部高地原産地の霧ヶ峰に判別された。そのうちHHが最も多く、表1より全体の94.8%を占めている。雪不知遺跡とHHの産出地点の位置は図1と図2の通りである。HHは遺跡に最も近接した化学組成グループであり石器群組成の全ての器種に認められることから、雪不知石器製作の主要な原材料に位置付けられる。MTの利用は石核と剥片に認められるが比率は全体の3.0%と低く、石器製作に関与していたとしても小規模であったことが示唆される。MTは図2に示したIIIの区域に分布している。その他、BH2, BH1, T, O2は、判別図上の化学組成グループの重複から表1のように区分されるが、それぞれの産出地の位置関係は、図2が示すIIの区域で重複しており、実質的には一つの判別群として扱うことができる。これら5点の試料は、石核・剥片の残滓に加えナイフ形石器と二次加工剥片に認められる。

#### 3-2 諏訪市茶臼山石器群

p-XRFによって得られた化学分析値に基づいて、図4の判別図により茶臼山石器群の原産地推定を行った。その結果を表1にまとめた。図4より、茶臼山石器群181点は全て中部高地原産地の霧ヶ峰と八ヶ岳に判別された。そのうち霧ヶ峰のHHが最も多く、表1より全体の70.2%を占めている。茶臼山遺跡とHHの産出地点の位置は図1と図2の通りであり、HHは遺跡に最も近い化学組成グループであり石器群組成のほぼ全ての器種に認められることから、茶臼山石器製作の主要な原材料に位置付けられる。霧ヶ峰ではMTの利用が石核、剥片に加えてナイフ形石器、搔器、両極剥離痕を有する石器にも認められ、11.6%を占ることから、石器製作に一

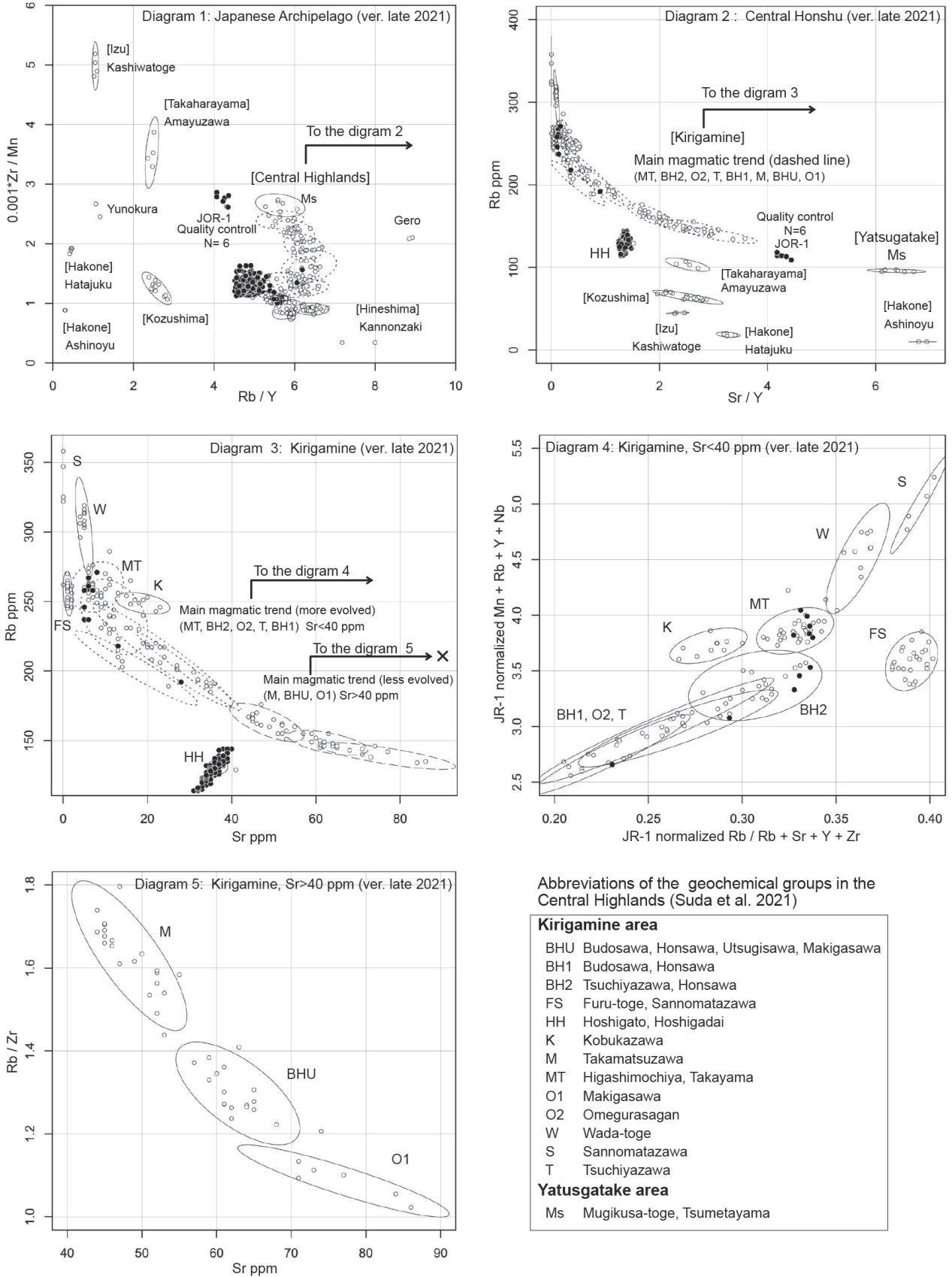


図3 諏訪市雪不知後期旧石器時代後半期石器群 (YKS) の黒曜石原産地判別

Figure 3. Source discrimination of the Late Upper Palaeolithic artifacts ( $N=231$ ) from Yukishirazu (YKS), Suwa City. Dots: YKS. Circles: obsidian standards (Shimada and Suda 2022). Ellipses for standards are 95% confidence in the diagrams 1–3 and 90% confidence in the diagrams 4 and 5.

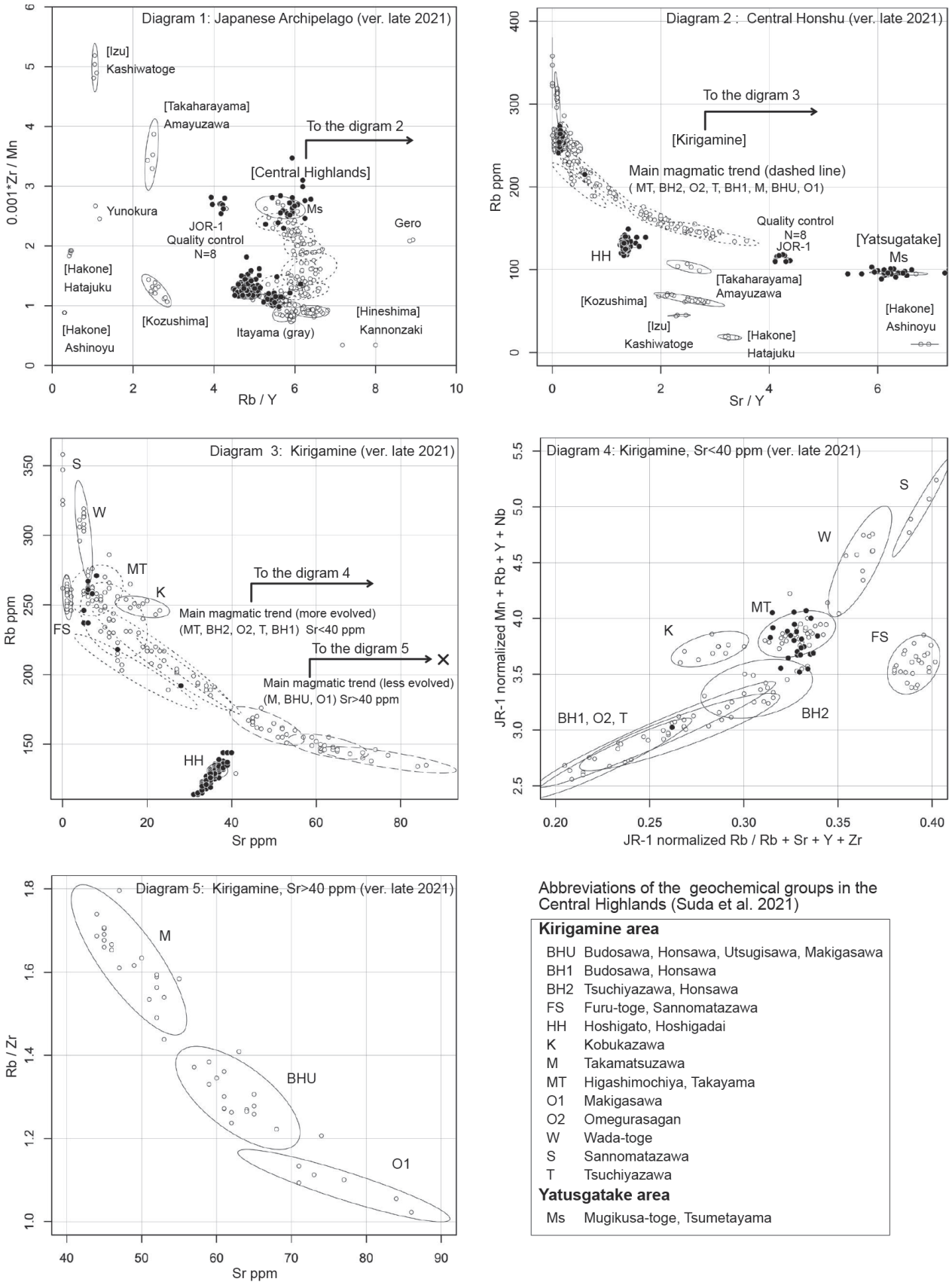


図4 諏訪市茶臼山後期旧石器時代前半期石器群 (CUY) の黒曜石原産地判別

Figure 4. Source discrimination of the Early Upper Palaeolithic artifacts ( $N=181$ ) from Chausu-yama (CUY), Suwa City. Dots: CUY. Circles: obsidian standards (Shimada and Suda 2022). Ellipses for standards are 95% confidence in the diagrams 1–3 and 90% confidence in the diagrams 4 and 5.

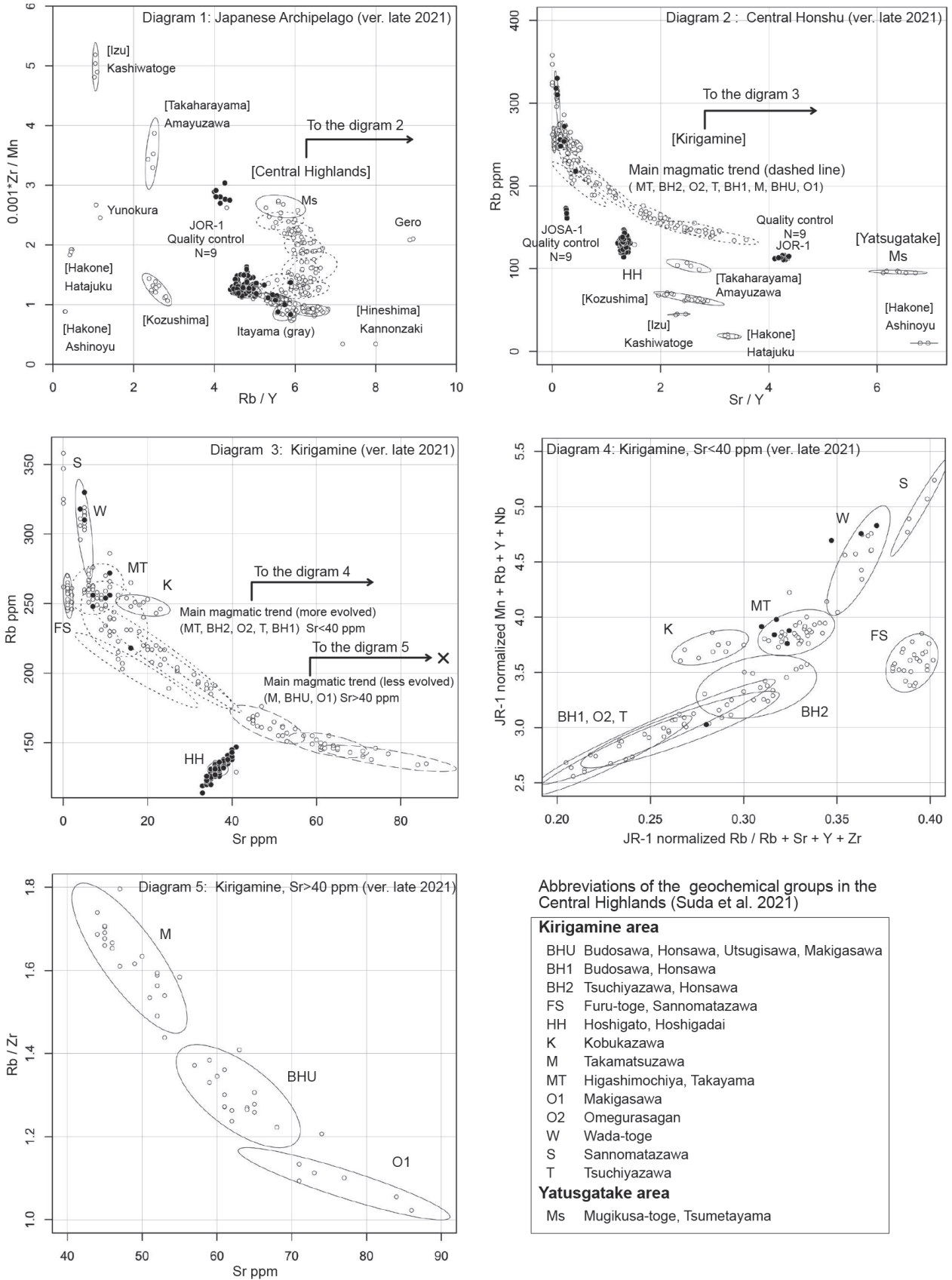


図5 諏訪市八島後期旧石器時代後半期石器群 (YSM) の黒曜石原産地判別

Figure 5. Source discrimination of the Late Upper Palaeolithic artifacts ( $N=153$ ) from Yashima (YSM). Suwa City. Dots: YSM. Circles: obsidian standards (Shimada and Suda 2022). Ellipses for standards are 95% confidence in the diagrams 1-3 and 90% confidence in the diagrams 4 and 5.



表1 雪不知 (YKS), 茶臼山 (CUY), 八島 (YSM) 石器群の p-XRF 黒曜石原産地分析結果の要約  
Table 1. Summary of p-XRF obsidian sourcing of Yukishirazu (YKS), Chausuyama (CUY), Yashima (YSM).

geochemical group						YKS (N=231)
YKS (N=231)	HH	MT	BH2	BH2, BH1, T, O2	BH1, T, O2	
Core	14	2	1			
Flake	178	5	1	1		
Knife-shaped tool	20		1			
End scraper	3					
Retouched flake	3				1	
Microblade core	1					
Sum	219	7	3	1	1	
%	94.8	3.0	1.3	0.4	0.4	

geochemical group						CUY (N=181)
CUY (N=181)	HH	Ms	MT	BH2	BH1, O2, T	
Core	18	4	3			
Flake	87	22	10	1	1	
Knife-shaped tool	9	2	3	1		
End scraper			4			
Side scraper	1					
Retouched flake	2			1		
Drill	2					
Graver	2					
Wedge-shaped tool	2	1	1			
Raw material	4					
Sum	127	29	21	3	1	
%	70.2	16.0	11.6	1.7	0.6	

geochemical group					YSM (N=153)
YSM (N=153)	HH	MT	W	BH1, O2, T	
Raw material	2				
Blade core	1				
Core	11			1	
Flake	13	1			
Point blank	4				
Point flake	4				
Point	93	1	3		
Knife-shaped tool	8				
Side scraper	2	2			
End scraper	2	1			
Core scraper	3				
Denticulate	1				
Sum	144	5	3	1	
%	94.1	3.3	2.0	0.7	

定の関与があったことが示唆される。MT は図 2 に示した III の区域に分布している。その他、霧ヶ峰の BH2, BH1, T, O2 は、判別図上の化学組成グループの重複から表 1 のように区分されるが、それぞれの産出地の位置関係は、図 2 が示す II の区域で重複しており、実質的には一つの判別群として扱うことができる。これら 4 点の試料は、剥片、ナイフ形石器、二次加工剥片として石器群に含まれており製品としての持ち込みが示唆される。その一方、表 1 からは遺跡から霧ヶ峰一帯の原産地よりも遠方に位置する八ヶ岳の Ms (麦草峠・冷山) が

16.1% 認められ、組成率として MT よりも多いことが分かる。これらは、石核、剥片、ナイフ形石器そして両極剥離痕を有する石器といった多様な器種として石器群に含まれており、一定数が剥片としてまとめて組成している。

### 3-3 諏訪市八島石器群

p-XRF によって得られた化学分析値に基づいて、図 5 の判別図により八島石器群の原産地推定を行った。そ

の結果を表1にまとめた。図5より、八島石器群153点は全て中部高地原産地の霧ヶ峰に判別された。そのうちHHが最も多く、表1より全体の94.1%を占めている。八島遺跡とHHの産出地点の位置は図2の通りである。HHは遺跡に最も近接した化学組成グループであり石器群組成の全ての器種に認められることから、八島石器製作の主要な原材料に位置付けられる。MTの利用は全体の3.3%であり、剥片、尖頭器、削器、搔器といったツール器種を中心に少数が認められた。また3点のWは全て尖頭器であり、MTと同様、尖頭器未成品を含む製品としての持ち込みであったことを示している。MTとWの産出地はそれぞれ図2に示したIIIとWの区域に分布している。その他、BH1、T、O2は、判別図上の化学組成グループの重複から表1のように区分されるが、それぞれの産出地の位置関係は、図2が示すIIの区域で重複しており、実質的には一つの判別群として扱うことができる。これに判別された1点の試料は石核である。

#### 4. 議論と結論

以上の結果から、少なくとも中部高地原産地の化学組成グループについては、島田・隅田(2022)で作成した判別図の有効性が確認できた。同じ黒曜石原石試料に基づくED-XRFによる長和町広原遺跡群第I遺跡と第II遺跡出土石器群の全点分析(土屋・隅田2018)では全体の判別率が約70%であったが、広域から局所へと段階的に原産地判別する方式を採用したことで、判別図4では分離できない一部の化学組成グループ(BH2、BH1、T、O2)をのぞき、判別率が大幅に向上したと評価できる。しかしながら、今回の分析において分離できなかったBH2、BH1、T、O2の産出地の位置関係は、これらが実質的には一つの判別群として扱えることを示していた。

本報告により、中部高地原産地における原産地人間行動の人類学的解析のための基礎的なデータを提供することができた。しかしながら、それぞれの後期旧石器時代石器群の形成に関わる行動論的な黒曜石獲得の観点からは、今回報告した原産地判別結果はあくまで基準原石試

料に基づく化学分析の結果と理解すべきであり、遺跡を残した黒曜石獲得集団は、試料が採取された産出地だけではなく、実際にはこれらに接する河川流域などを含むより広範な範囲から黒曜石を採取していたと推測される(島田2018)。したがって、原産地人間行動が実際に関与した黒曜石獲得領域の広がりやの推定を研究の射程に含めるならば、化学分析に加えて別の補助手段による支援と考古学的な検討が必要である。

なお、本報告で記載した各石器群の分析試料一覧リストは、著者のresearchmapサイトからダウンロードできる<sup>2)</sup>。

#### 謝辞

本研究は、JSPS 科研費基盤(B)19H01345による研究成果の一部である。p-XRFによる遺物の所蔵現地での分析にあたっては、諏訪市教育委員会および諏訪市博物館から多大な協力を頂くとともに児玉利一学芸員には分析実施にあたって様々な便宜を図って頂いた。記して感謝の意を表します。また、二名の無名査読者により本報告の内容が改善されたことに合わせて謝意を表します。

#### 註

- 1) <https://sites.google.com/view/obsidian/home> (最終閲覧日2022年1月10日)
- 2) <https://researchmap.jp/kazushima> の「資料公開」メニューからダウンロードできる。

#### 引用文献

- 藤森栄一・中村竜雄 1964「霧ヶ峰雪不知遺跡の石器文化」『考古学雑誌』50(2):21-38
- 藤森栄一・戸沢充則 1962「茶臼山石器文化」『考古学集刊』4(4):1-20
- Glascock, M. D. and Ferguson, J. R. 2012 *Report on the analysis of obsidian source samples by multiple analytical methods*. Archaeometry Lab, University of Missouri Research Reactor Center, Columbia, MO. [https://www.researchgate.net/publication/236850163\\_Report\\_on\\_the\\_Analysis\\_of\\_Obsidian\\_Source\\_Samples\\_by\\_Multiple\\_Analytical\\_Methods](https://www.researchgate.net/publication/236850163_Report_on_the_Analysis_of_Obsidian_Source_Samples_by_Multiple_Analytical_Methods),
- 橋詰 潤 2018「広原遺跡群第I遺跡における黒曜石をめぐる人類の行動」『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
- Martindale Johnson, L. R., Ferguson, J. R., Freund, K. P., Drake, L. and Duke, D. 2021 Evaluating obsidian

- calibration sets with portable X-Ray fluorescence (EDXRF) instruments. *Journal of Archaeological Science: Reports* 39, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.103126>
- 中村由克 2018「黒曜石採集地の推定のための自然面解析法」『資源環境と人類』8: 43-51
- 中村由克 2020「黒曜石自然面解析法による神子柴遺跡尖頭器の原石採集地の推定」『資源環境と人類』10: 25-32
- 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－』, 343p. 明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1, 長野, 明治大学黒曜石研究センター
- 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・隅田祥光 2022「携帯型蛍光X線分析装置 Bruker Tracer 5i を用いた黒曜石原産地分析法の構築」『資源環境と人類』12: 37-49
- Suda, Y., Grebennikov A. V., Kuzmin Y. V., Glascock, M. D., Wada, K., Ferguson, J. R., Kim, J. C., Popov, V. K., Rasskazov, S. V., Yasnyginai, T. A., Saito, N., Takehara, H., Carter, T., Kasztovszky, Z., Biró, K. T. and Ono A. 2018 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
- Suda, Y., Adachi, T., Shimada, K. and Osanai, Y. 2021 Archaeological significance and chemical characterization of the obsidian source in Kirigamine, central Japan: Methodology for provenance analysis of obsidian artefacts using XRF and LA-ICP-MS. *Journal of Archaeological Science* 129. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2021.105377>
- 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
- 戸沢充則 1958「長野県八島遺跡における石器群の研究－古い様相をもつポイントのインダストリー－」『駿台史学』8: 66-97
- 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

# Provenance of obsidian artifacts from the Upper Palaeolithic industries in the Central Highlands based on portable XRF analysis: Yukishirazu, Chausuyama, and Yashima in Suwa City

Kazutaka Shimada<sup>1\*</sup>

## Abstract

This study reports results of obsidian sourcing using portable XRF (p-XRF, Bruker Tracer 5i) to facilitate analysis of lithic artifacts from the Upper Palaeolithic industries in and around obsidian sources of the Central Highlands, central Japan. Materials of the analysis were obsidian industries from the Upper Palaeolithic sites of Yukishirazu ( $N=231$ ), Chausuyama ( $N=181$ ), and Yashima ( $N=153$ ) in Suwa City, Nagano Prefecture. On-site analysis at the Suwa City Museum that stores the artifacts was performed by taking advantage of portability of the p-XRF instrument. As a result of sourcing lithic artifacts by using the geochemical discrimination diagrams that Shimada and Suda (This issue: in press) has prepared, source compositions obtained from the industries were limited to the Central Highlands and were definitely distinguished into the chemical groups defined by the obsidian source online database by Yoshimitsu Suda. By mapping the identified artifacts using coordinates that the database disclosed, this study could provide anthropological analysis with fundamental data needed to examine prehistoric human activities for obsidian procurement in the sources of Central Highlands.

**Keywords:** handheld portable XRF, obsidian sourcing, Central Highlands, Upper Palaeolithic, Japanese obsidian

(Received 14 December 2021/ Accepted 20 January 2022)

---

<sup>1</sup> Meiji University Museum, Meiji University, 1-1 Kanda-Surugadai, Chiyoda Ward, Tokyo 101-8301, Japan  
<sup>\*</sup> Corresponding author: Kazutaka Shimada (moirai3sis2@gmail.com)