

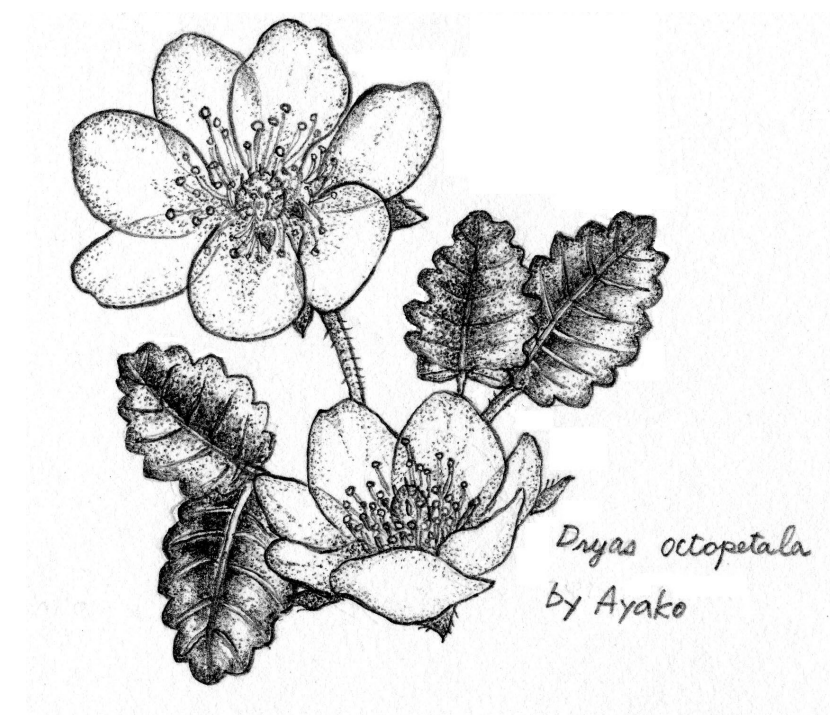
黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における 更新世人類社会の形成と変容（Ⅱ）

Research on the Formation Process and Transfiguration of the Pleistocene Human Societies
in the Northern Circum Japan Sea Area (NCJSA) through the Obsidian Exploitation and Circulation

平成 21 ～ 25 年度日本学術振興会科学研究費補助金
基盤研究 (A) 課題番号 21242026

研究成果報告書

東京大学常呂実習施設研究報告 第 12 集



研究代表者 佐藤宏之（東京大学大学院人文社会系研究科・教授）

平成 26 年 (2014 年)3 月

東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設

例 言

1. 本書は、平成 21 ～ 25 年度日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究 (A)「黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容」(研究代表者：佐藤宏之・東京大学教授、課題番号 21242026) の研究成果報告書である。研究成果報告書は 2 冊からなり、本書はその第 1 冊に相当する。なお第 2 冊は、研究の一環として実施した北海道北見市吉井沢遺跡の発掘調査研究報告書である。
2. 本書は 4 部から構成されており、第 I 部は、研究の目的と経過について記述している。第 II 部は、北海道の黒曜石産地同定に関する地質学および地球化学的研究である。第 III 部は、黒曜石を中心とした環日本海北部地域の考古学的研究であり、第 IV 部は総括である。付編として、北海道の黒曜石産地分析研究関連文献リストと研究代表者・連携研究者および主要な研究協力者の研究業績目録を収録した。なお「III -A 北海道の後期旧石器時代における黒曜石産地の開発と黒曜石の流通 (佐藤宏之・役重みゆき)」は、日本旧石器学会の許可を受け、学会誌『旧石器研究』9 号 (1-25 頁) に発表した論文を再録した。
3. 本書の執筆は、第 I・IV 部は佐藤宏之・出穂雅実が担当し、第 II・III 部は本研究に参加したメンバーが分担した。編集は佐藤宏之・出穂雅実が行い、夏木大吾が実務を補佐した。本書を分担執筆した研究協力者は、以下の通りである。第 I 部の研究組織で言及した研究者は除く。

赤井文人	鹿児島市教育委員会
長部伸城	北海道教育大学旭川校地学教室
尾田識好	明治大学校地内遺跡調査団
國木田 大	東京大学大学院人文社会研究科 助教
高鹿哲大	東京大学大学院人文社会系研究科 修士課程
佐野恭平	北海道教育大学旭川校地学教室
佐藤文子	国立科学博物館
中沢祐一	北海道大学医学部
夏木大吾	東京大学大学院人文社会系研究科 博士課程
根岸 洋	青森県教育庁文化財保護課
森先一貴	奈良文化財研究所 研究員
役重みゆき	東京大学大学院人文社会系研究科 博士課程
山原敏朗	帯広市百年記念館埋蔵文化財センター
李有騫	黒竜江省文物考古研究所
李霞	遼寧省文物考古研究所
ラジン, B. V.	ロシア連邦立極東大学博物館
ミキーシン, Yu. A.	ロシア科学アカデミー極東支部地質学研究所

4. 本書に収録した研究の実施にあたり、本文中でお名前を挙げた研究協力者・協力機関以外にも、下記の方々・機関からご協力・ご助言をいただいた。記して謝意を呈したい。敬称略。

赤松守雄 白杵勲 奥村晃史 加藤晋平 嘉藤均 加藤博文 川口武彦 北沢実 小林敬 田口尚 田村昌文 田村俊之 千葉英一 椿坂恭代 寺崎康史 中山昌之 畑宏明 藤本強 堀恭介 三浦英樹 八木浩司 山田悟郎 網走支庁中部耕地出張所 置戸町立秋田小学校 置戸町雄勝地区自治会 置戸町教育委員会 札幌学院大学 (株) ジオアクト 首都大学東京都市教養学部考古学研究室 高梨学術奨励基金 東京大学大学院人文社会系研究科考古学研究室 東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設 文化庁 北海道教育委員会

目 次

I . 研究の目的と概要

佐藤宏之・出穂雅実・・・4

II . 北海道の黒曜石産地同定に関する地質学的および地球化学的研究

A. 北海道における黒曜石岩体生成の地質学的背景

廣瀬 亘・・・12

B. 白滝黒曜石の化学組成と微細組織 — 原産地推定のための地質・岩石資料 —

和田恵治・佐野恭平・・・24

C. ロシア沿海地方の地質発達史および新生代火山活動の特徴

ウラジーミル・K・ポポフ（訳：出穂雅実）・・・43

D. 厚真町上幌内モイ遺跡旧石器地点出土黒曜石石器の原産地推定 ：EPMA による黒曜石ガラスの化学組成

和田恵治・向井正幸・出穂雅実・赤井文人・中沢祐一・・・57

E. 北海道勇払郡厚真町上幌内モイ遺跡旧石器地点出土黒曜石遺物の蛍光 X 線分析 および放射化分析

J. R. ファーガソン・M. D. グラスコック・出穂雅実・尾田識好・
赤井文人・中沢祐一・佐藤宏之・・・75

F. 北見市紅葉山遺跡から出土した黒曜石石器の原産地推定 ：EPMA によるガラスの化学組成と岩石組織

和田恵治・長部伸城・尾田識好・山田哲・佐藤宏之・・・84

G. 北海道帯広市南町 2 遺跡スポット 3 の黒曜石遺物の蛍光 X 線分析

J. R. ファーガソン・出穂雅実・尾田識好・中沢祐一・山原敏朗・・・97

H. 北海道における黒曜石産地化学組成グループの多元的手法による特性評価

J. R. ファーガソン・M. D. グラスコック・出穂雅実・向井正幸・
和田恵治・佐藤宏之（訳：高鹿哲大）・・・103

Ⅲ．黒曜石を中心とした環日本海北部地域の考古学的研究

- A. 北海道の後期旧石器時代における黒曜石産地の開発と黒曜石の流通
佐藤宏之・役重みゆき・・・123
- B. 北海道勇払郡厚真町上幌内モイ遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群に
おける石器石材の調達とリダクション戦略
出穂雅実・J. R. ファーガソン・M. D. グラスコック・
尾田識好・赤井文人・中沢祐一・佐藤宏之・・・157
- C. 北海道帯広市南町2遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群における
石器石材の調達とリダクション戦略
出穂雅実・J. R. ファーガソン・尾田識好・
赤井文人・中沢祐一・山原敏朗・・・165
- D. ロシア沿海地方ハサン地区グヴォズデヴォ5遺跡の発掘調査
出穂雅実・森先一貴・山田 哲・國木田大・A.N. ポポフ・
Yu.A. ミキーシン・B.V. ラジン・佐藤宏之・・・172
- E. 吉林省和龍大洞旧石器遺跡出土遺物の研究
趙海龍・陳全家・李有騫・李霞（訳：佐藤文子）・・・186

Ⅳ．総括：黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における 更新世人類社会の形成と変容

佐藤宏之・出穂雅実・・・208

付編

1. 北海道の黒曜石研究関連文献リスト
役重みゆき・夏木大吾・根岸 洋・・・215
2. 研究業績目録・・・224

I．研究の目的と経過

佐藤宏之・出穂雅実

1. 研究の概要

(1) 報告書の性格

本報告書は、平成 21 ～ 25 年度文部科学省科学研究費補助金・基盤研究 (A)「黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容」(研究代表者：佐藤宏之・東京大学教授、課題番号 21242026) の研究成果報告書である。研究成果報告書は 2 冊からなり、第 1 冊は北海道の黒曜石産地同定に関する地質学および地球化学的研究と、黒曜石を中心とした環日本海北部地域の考古学的研究を収録した(本書)。第 2 冊は、研究の一環として実施した北見市吉井沢遺跡の発掘調査報告書となっている(『黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容(Ⅲ)』)。

(2) 研究経費

平成 21 年度	直接経費	820 万円	間接経費	246 万円	計 1,066 万円
平成 22 年度	直接経費	720 万円	間接経費	216 万円	計 936 万円
平成 23 年度	直接経費	710 万円	間接経費	213 万円	計 923 万円
平成 24 年度	直接経費	710 万円	間接経費	213 万円	計 923 万円
平成 25 年度	直接経費	610 万円	間接経費	183 万円	計 793 万円
総 額	直接経費	3,570 万円	間接経費	1,071 万円	計 4,641 万円

2. 研究の目的・方法と組織

(1) 目的

本研究は、北海道を中心とする環日本海北部地域の後期更新世人類遺跡で一般的に利用されていた黒曜石に着目し、黒曜石の産出地点を同定した既存の分析データの集成と本研究で新たに実施した黒曜石産地分析データを統合した上で、遺跡を残した先史集団が、どのような石材採取・消費戦略をもち、どのような遊動領域を季節移動していたかを通時的に分析することで、当該期人類社会の編成原理とその変容のプロセスを明らかにすることを目的としている。

石器は、更新世の考古学的研究を行う上で量的に保証されたほぼ唯一の資料であることから、旧石器時代の人類社会の研究は、遺跡に残された石器の石材獲得・運搬・消費パターン(以下石材消費パターンと呼ぶ)を分析することにより集団の行動戦略を解明し、その遊動領域や生業システムを推定することを通して行う方法が一般的である。後期旧石器時代(=後期更新世後半)の人類は、石器に加工しやすいが分布の限られる細粒の岩石を選択して効率的に利用する生活行動戦略を発達させた。筆者がこれまでに実施してきた民族考古学研究の成果に基づくと、遊動生活をしていた彼らは、こうした優良石材を直接採取することが基本であったと推定されるため、彼らの遊動領域は石材原産地と生業(生活)地間の往還の範囲に通常一致する。黒曜石は当該地域におけるその代表的な石材であり、火山噴火等に伴い生成される火山ガラスという岩石学的性格から産地毎に異なる構成元素の化学組成を示すので、他の主要石材に比べて原産地同定に有利な石材となっている。

環日本海北部地域とは、列島の東北地方北部・北海道およびサハリン島・ロシア沿海州・同アムール州・中国東北部・朝鮮半島等から構成される一つの考古学的地域である。環日本海北部地域の主要

な黒曜石の原産地は列島の東北地方北部・北海道に集中し、国外では中国 / 北朝鮮の国境にある白頭山が代表的な産地であり、ウラジオストク周辺には小規模な産地があるに過ぎない。近年多くの原産地遺跡が発見されている。従って、環日本海北部地域で活発に利用されていた黒曜石は、これらの原産地に由来すると考えられる。これら主要産地はほぼ全て大規模火山帯に属し山岳部にある一方で、これまで発見・調査されてきた後期旧石器時代遺跡の多くは平坦地にあり、生業領域内の石材消費地遺跡と考えられるため、旧石器集団の行動戦略を復元するためには、両者に関する正確なデータの取得が必須の前提作業となる。

当該地域、特に北海道では、通常遺跡から出土する黒曜石の産地は複数であることが一般的である。80年代以降白滝遺跡群等の大規模調査が実施され、遺跡内の遺物集中地点における石材消費パターンの研究自体は著しく進展したが、肝心の自然科学的な石材産地同定の試みが少数例にとどまり、石材供給源に関する正確な実態は未解明のままである。石材消費戦略が判明しても正確な石材産地同定を欠いたままでは、遊動領域や季節移動の実態といった生活行動に迫ることは難しい。

北海道における後期旧石器時代研究は、もっぱら遺跡の考古学的発掘調査によって基礎資料が蓄積されてきた。しかしながら遺跡の多くは、近年の深度耕作等による包含層の攪拌や寒冷気候による土壌擾乱といった遺跡形成過程上の変形が著しく、一般に遺物の出土地点や様態に基づく正確な遺跡内構造分析を行うことが困難となっている。この問題を解決するために、筆者等は包含層攪拌が見られないことを確認した希有な遺跡である北見市吉井沢遺跡の発掘調査を行い、地考古学的観点からの自然改変作用の評価を与えることによって、石材消費パターンのモデル化に関する基礎資料とすることができると考えている。

石材消費パターンの分析による行動戦略モデルの構築に関しては、研究が進展しているヨーロッパと北米および関東地方の研究例が重要な参考となる。ただしいずれの研究例においても、200～300km前後が最長の遠距離流通例とされているが、当該期に大陸および北海道と陸接していたサハリンには黒曜石がないため、島中で利用された黒曜石は全て北海道産（白滝）であり、1,000kmを越える超広域の流通網が形成されていたという筆者等の既存研究は、これまで予想されていた直接採取を前提とする行動戦略モデルが単純すぎたことを暗示している。

当該地域における黒曜石の産地同定は、これまで多くの研究者により、蛍光X線分析法（XRF）、フィッシュン・トラック（FT）法、黒曜石水和層法、放射化分析（NAA）法、波長分散型電子プロンプマイクロナライザー（EPMA）法、波長分散型X線分析（WDX）法、エネルギー分散型X線分析（EDX）法、誘導結合プラズマ質量分析（ICP-MS）法等を用いて行われてきたが、各々一長一短を有し総合化されることはなかった。FT法と黒曜石水和層法には信頼度と分解能に限界があり、最も多用されている蛍光X線分析法では異なる原産地間の判別ができない例も生じていた。かつて「海を渡った黒曜石」としてロシア沿海州の旧石器遺跡出土黒曜石が日本産であるとする報告例があり耳目を集めたが、現在ではその可能性はほとんどない。放射化分析法は、全岩化学組成を最も精度高く分析できるため理想的であるが、一方で高コストであり実験原子炉を使用する（放射能廃棄物の生成）という問題がある。

さらに、なぜ産地毎に黒曜石の全岩化学組成が異なるかという黒曜石の生成プロセスに関する地質学的説明が、これまでの産地同定研究では欠落していたのは決定的な問題点である。そもそも黒曜石産地には、黒曜石が生成され露頭として地表に直接現れたり、植皮等によって露頭は確認できないが、大量の岩屑や角礫等が地表面で確認されるので、その周辺が黒曜石の生成された場所もしくは近傍と地質学的に推定できる「一次分布範囲」と、黒曜石岩屑が主に流水的作用によって一次分布範囲を越えて移動した範囲に分布する「副次分布範囲」があり、産地によっては一次分布範囲が侵食等によっ

て失われ、副次分布範囲のみから構成されている場合もある。このような副次分布範囲では、しばしば複数の産地産黒曜石が混在することもあり、実際に旧石器人によって広く利用されていたと推定できる。このような現象を分別するためには、黒曜石の生成プロセスの理解が欠かせない。

(2) 研究の方法

上記した研究の目的を達成するために、1) 主として波長分散型電子プローブマイクロアナライザー (EPMA) 分析システムと携帯型蛍光 X 線分析 (hXRF) 装置による黒曜石原産地分析を用いて遺跡出土石器類の原産地を具体的に同定し、2) その石材消費パターンの考古学的分析を行い、3) 民族考古学 (現生狩猟採集民研究) や欧米ないし国内他地域の先行研究や筆者の既存研究例等との比較・総合によって得られた行動戦略モデルを通して、当該期人類社会の形成と変容のプロセスを明らかにする方法を用いることとした。

a. 黒曜石の産地同定

黒曜石の産地同定には、より低コストで実施可能でありすでに基礎データが蓄積されている EPMA 法を主として用いた。ただし、EPMA 法は資料体の一部を破壊するため、考古資料の性格によっては分析できない場合が想定されるが、その場合には、より精度は劣るが非破壊分析である蛍光 X 線分析 (XRF) 法等も併用した。XRF 法や EPMA 法は、対象資料の固有な性質に起因して産地判別に困難な場合も一部生じるため、ミズーリ大学原子炉研究所の協力を得て、北海道内の地質学的黒曜石産地 21 箇所の放射化分析 (NAA) を実施し、これら判別のための補完的バックデータを構築した。ただし、NAA 法はコスト・分析時間・設備の点で大量の資料の処理には向かないため、道内の分析には、主として EPMA 法および XRF 法を用いて、当該地域の遺跡出土黒曜石資料の中から発掘調査精度の高い資料体を抽出し、可能な限り分析している。現状では、NAA 法により信頼度の高い標準化学組成を決定し、それをバックデータとして、大量の資料分析が可能となる XRF 法および EPMA 法を併用するという分析手法がもっとも合理的かつ信頼度が高いと考えられる。

道内の主要黒曜石産地は白滝・置戸・十勝・赤井川であることから、これらの地域性を考慮した資料の選択を優先している。このことにより、対象地域の遺跡で利用された黒曜石の産地に関するデータベースを構築した。分析に当たっては、黒曜石岩体の生成に関するテクトニクス理論に基づく地質学的背景の解明も行い、分析結果の妥当性を検証した。これらの研究成果については、本書 (ⅡおよびⅢ-A) に収録している。

b. 黒曜石資料の標準化の試み

現在国内で黒曜石産地分析を実施している研究者・機関は相当数にのぼるが、各研究者・機関の間で、産地名称とその範囲、および対比の基準となる標準資料の不一致・未公表なのが、研究を総合していく上で大きな問題点となっている。そのため、本研究ではこの問題を克服するために、明治大学黒曜石研究センターと共同で、標準資料の共有と分析データの統一法を模索する試みも行った。具体的には、平成 23 年秋にロシア・韓国・USA の指導的な分析科学者を招聘し、国内の分析科学者と共同で、北海道内の黒曜石産地の国際巡検と国際ワークショップ (長野県鷹山・明治大学黒曜石研究センター) を開催した。巡検では、黒曜石岩体の生成プロセスと産状を確認してサンプリングを行い、ワークショップにおいて各国の研究状況を報告した後に、白滝産黒曜石を分割して各ラボで同一個体の化学組成分析を同時に行う試みを行った。このことにより、各ラボ間の分析精度や誤差が判明することになる。この結果については、下記の論文集に収録した (現在印刷中)。

A. Ono, Y. Suda, and M. D. Glascock (eds.) in press. *Methodological Issues of Obsidian Provenance Studies and the Standardization of Geologic Obsidian*. British Archaeological Report, International Series, Oxford

c. 石材消費パターン分析

黒曜石産地同定分析が可能な資料体を出土した遺跡に関する石材消費パターンの分析を行い、産地組成やそれらとの距離、想定される移動ルート等を考慮した石材消費戦略を復元していく。道内では白滝遺跡群、千歳市周辺遺跡、常呂川遺跡群、帯広市周辺遺跡等を対象とし、国外では海外研究協力者の協力を得て、サハリン島、沿海州南部、中国東北部の遺跡等を比較対象資料とする。これらの資料に関しては、国際共同研究グループを組織し、分析を実施中である。沿海州南部と中国東北部における研究成果については、本書（Ⅲ-D・E）に収録した。

d. 吉井沢遺跡の発掘調査

国内の石材消費パターンの具体的な分析のため、北見市吉井沢遺跡の発掘調査を実施する。その成果は第2冊（『黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容（Ⅲ）』）に収録した。

e. 行動モデル分析

各遺跡の分析によって得られた石材消費戦略から年間の遊動領域や季節移動に関する行動モデルを構築する。特に道内では、アセンブリッジの遺跡間変異（多様性）に富むことに特徴を有することから、その解釈にあたっては、海外や国内他地域での先行研究例との比較検討が欠かせない。かつて時期差と考えられてきた遺跡間変異は、最近の研究により同時存在である可能性が高くなったので、その行動論的説明が決定的に重要となるが、その背景となる動植物資源構造に関しては、筆者等のこれまでの研究によりほぼ判明している。上記の分析を総合して、行動論からみた更新世人類社会の形成と変容に関するシナリオを提示するのが、最終的な目標である。

その一部について、本書（Ⅲ-B・C）および第2冊に収録している。また吉井沢遺跡の行動論的分析を中心とした論集を、一般書店から来年度末に刊行予定である。

(3) 組織

研究組織は下記のように組織し、研究を実施した。

研究代表者：佐藤宏之・東京大学・大学院人文社会系研究科・教授 先史考古学・民族考古学
全体総括、行動論的研究

研究分担者：長崎潤一・早稲田大学・文学学術院・教授 旧石器考古学
原産地分析の総括（分担者は平成21年度のみ。22年度から連携研究者）

連携研究者：安斎正人・東北芸術工科大学・東北文化研究センター・教授 先史考古学
先史社会論研究

同：和田恵治・北海道教育大学・教育学部・教授 岩石学
原産地分析（平成22年度より研究分担者）

同：廣瀬 亘・北海道立地質研究所・地域地質部表層地質科・研究員 地質学
地質分析

I : 研究の目的と経過

同 : 出穂雅実・首都大学東京・都市教養学部・准教授 旧石器考古学
石材消費分析と行動論的研究

研究協力者 : 山田 哲・北見市教育委員会・学芸員 旧石器考古学
吉井沢遺跡調査

同 : 向井正幸・旭川市科学館・学芸員 岩石学
原産地分析

海外研究協力者 : 陳全家・中国吉林大学・边疆考古学研究中心・教授 旧石器考古学

同 : 趙海龍・河北師範大学・副教授 旧石器考古学

同 : 張龍俊・韓国国立慶州博物館・学芸研究官 旧石器考古学

同 : Vasilevski, A.A.・サハリン国立大学・副学長 先史考古学

同 : Popov, A.・ロシア連邦立極東大学博物館・館長(教授) 先史考古学

同 : Popov, V.K.・ロシア科学アカデミー極東地質学研究所・上級研究員 地質学

同 : Grebennikov, A.V.・同極東地質学研究所・上級研究員 地質学

同 : Shevkomud, I.・ハバロフスク州立郷土誌博物館・考古部門長 先史考古学

同 : Glascock, M.D.・ミズーリ大学・原子炉研究所・教授 分析化学

同 : Ferguson, J.R.・ミズーリ大学・原子炉研究所・准教授 分析化学

3. 研究の経過

主要な研究の経過について、下記にその概要を報告する。データベースの作成、関連文献の収集と整理、黒曜石産地同定分析といった日常的な活動については記述を省略し、主なトピックに限った。

(1) 平成 21 年度

・研究集会

6月13日(土)に東京大学にて研究会議を実施し、今後の研究方針や活動内容の確認を行った。

・公開シンポジウム

11月7日(土)～8日(日)に首都大学東京にて、公開シンポジウム「黒曜石が開く人類社会の交流」を開催し、全国的な黒曜石研究の事例報告を行った。またウクライナ科学アカデミー考古学研究所から Kulakovska, L. 女史を招聘し、カルパチア山地における黒曜石研究の実情について講演してもらった。シンポジウム予稿集を刊行した。

・吉井沢遺跡の調査

10月8日～29日まで、北見市吉井沢遺跡の発掘調査を実施した。吉井沢遺跡は、後期細石刃石器群期の忍路子細石刃石器群に属する遺跡で、出土した資料の95%以上は黒曜石を石材としている。

・黒曜石産地同定

EPMA・XRFを用いた遺跡出土石器の黒曜石産地同定を開始した。以降平成22・23年度も同じ。

・研究成果の発表

1) 北海道の既存研究の総説を国際誌に公表した。

Izuho, M. and Hirose, W. 2010. A Review of Archaeological Obsidian Studies on Hokkaido Island (Japan). *Crossing the Straits: Prehistoric Obsidian Source Exploitation in the Pacific Rim*. BAR International Series, 2152. Oxford, UK, pp.9-25.

2) 下記の国際学会にてセッションを企画し、研究のレビューと最新成果の把握を行った。

Kuzmin, Y. and Izuho, M. 2009. Studies of Prehistoric Obsidian Sources in Northeast Asia: Recent Progress, Problems, and Research Trends. Session B9, *19th Indo-Pacific Prehistory Association Congress*, Hanoi, Vietnam.

(2) 平成 22 年度

・公開シンポジウム

5 月 1 日(土)～2 日(日)に東京大学にて、公開シンポジウム「黒曜石が開く人類社会の交流Ⅱ」を開催し、昨年に引き続き、全国的な黒曜石研究の事例報告を行った。またこの席上で、白滝黒曜石産地の形成プロセスに関する地質学的・火山学的復元研究を発表した。シンポジウム予稿集を刊行した。

・吉井沢遺跡の調査

9 月 23 日～10 月 8 日まで、北見市吉井沢遺跡の発掘調査を実施した。2011 年 2 月 25 日～3 月 12 日の間、東京大学大学院人文社会系研究科附属常呂実習施設にて、整理作業を行った。

・雄勝嘉藤遺跡の整理

置戸町に所在する雄勝嘉藤遺跡は、平成 11～14 年に発掘調査を行ったが、遺跡の重要性に鑑み、本年度から本格的に整理作業を開始した。

・ロシア沿海州黒曜石遺跡と産地に関する調査

10 月 21 日～11 月 7 日にかけて、海外研究協力者の協力のもと、ロシア沿海州ハサン地区に所在するグヴォズデヴォ 5 遺跡の発掘調査を実施し(前半)、ウラジオストク市に近いシュコトカ山地に分布する黒曜石産地の現地踏査を行った(後半)。グヴォズデヴォ 5 遺跡は、黒曜石を使用した細石刃石器群の遺跡で、北朝鮮と中国国境にある白頭山黒曜石を使用していることで注目される。また沿海州で産出する黒曜石は、流紋岩質黒曜石からなる日本列島とは成因を異にし、玄武岩質の枕状溶岩に伴って黒曜石が生成される可能性が高いことがわかり、世界的にもきわめて興味深い現象である。黒曜石の化学組成に関する分析は、現在実施中である。

・研究成果の発表

- 1) 12 月 19 日に開催された「第 24 回東北日本の旧石器文化を語る会」(秋田市)にて、吉井沢遺跡の調査成果に関する研究発表を行った。
- 2) 2011 年 3 月 6 日に開催された「第 12 回北アジア調査研究報告会」(札幌学院大学)にて、ロシア沿海州の調査成果に関する研究発表を行った。
- 3) 北海道の既存研究の総説を国際誌に公表した。

Izuho, M. and Hirose, W. 2010. A Review of Archaeological Obsidian Studies on Hokkaido Island (Japan). *Crossing the Straits: Prehistoric Obsidian Source Exploitation in the Pacific Rim*. BAR International Series, 2152. Oxford, UK, pp.9-25.

(3) 平成 23 年度

・国際共同巡検とワークショップの開催

10 月 28 日から 11 月 7 日にかけて、明治大学黒曜石研究センターと共同で、アメリカ・ロシア・韓国から黒曜石産地分析を精力的に進めている分析化学者 6 名を招聘し、国内の分析学者とともに、北海道の黒曜石原産地(白滝・置戸・十勝)の国際巡検を行い、長野県長和町に所在する明治大学黒曜石研究センターで国際ワークショップを開催した。東アジアの黒曜石の産地分析が進むにつれて、産地名称や標準資料の共有が喫緊の課題と成りつつあるため、その問題解決を目指した東アジア最初の試みである。国際巡検で共同で獲得した資料を分割して、参加した各ラボで化学組成を測定し、ラボ間の分析偏差を確認する作業を行った。この成果は、現在取りまとめ中であり、今年度国際誌に投稿予定である。また各国における黒曜石産地分析研究の実情について、英語で論集を刊行すべく準備中である。

I : 研究の目的と経過

・吉井沢遺跡の調査

10月5日～25日まで発掘調査を実施し、2012年2月24日～3月13日まで整理作業を行った。

・雄勝嘉藤遺跡の整理

昨年度に引き続き、置戸町に所在する雄勝嘉藤遺跡の資料整理を実施した。出土した黒曜石製石器の産地分析を行った。

・研究成果の発表

2012年2月12日に開催された「第13回北アジア調査研究報告会」(東京大学)にて、吉井沢遺跡の調査成果に関する研究発表を行った。

(4) 平成24年度

・中間成果報告書の刊行

10月に研究の中間成果報告書『黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容(Ⅰ)』を刊行した。本書にはサハリン島のアド・ティモボ2遺跡(翻訳)と雄勝嘉藤2遺跡の調査成果を収録した。

・吉井沢遺跡の調査

10月16日～11月6日まで発掘調査を実施し、2013年2月22日～3月13日まで整理作業を行った。

・研究成果の発表

1) International Symposium “*Lithic Raw Material Exploitation and Circulation in Prehistory*” (10月27日～28日、明治大学)にて研究成果の発表を行った。

Hiroyuki Sato and Miyuki Yakushige, Obsidian exploitation and Circulation in Late Pleistocene Hokkaido.

2) ロシア沿海地方での調査成果をロシア国内の論文集に公表した。

Попов, А., Изухо, М., Лазин, Б., Ямада, С., Морисаки, К., и Сато, Х. 2012. Археологические Исследования на Памятнике Гвоздево-5 в Южном Приморье. *Дальневосточно- Сибирские Древности*. Новосибирск.

(5) 平成25年度

・成果報告書の準備・刊行

6月から2013年3月の間、研究成果報告書の作成作業を実施した。3月末刊行。

・吉井沢遺跡の調査

10月8日～30日まで発掘調査を実施し、2014年2月25日～3月17日まで整理作業を行った。

・研究成果の発表

1) 8月20日～24日に開催された International Symposium on Chert and Other Knappable Materials ‘*Stories Written in Stone*’ (ルーマニア国 Iasi 市) にて Session, Obsidian: methodological issues of obsidian provenance studies and a new perspective of archaeological obsidian を組織し、関連する研究成果3本の発表を行った。

このうち下記の発表については、国際誌への掲載が決定している。

Yakushige, M. and H.Sato in press Shirataki obsidian exploitation and circulation in prehistoric northern Japan. *Journal of Lithic Studies*, 1(1), University of Edinburgh.

2) 下記の国際学会での研究発表と招待講演を行った。

Ferguson, J. and Izuho, M. 2013. Japanese Obsidian: Past Use, Current Research, and Future Studies. Symposium: Obsidian Characterization in the Pacific Ring of Fire. *Society for American Archaeology 78th Annual Meeting*, Honolulu, Hawaii.

- Izuho, M., Ferguson, J.R., Glascock, M. D., Oda, N., Akai, F., Nakazawa, Y. and Sato, H. 2013. Integration of Obsidian Compositional Studies and Lithic Reduction Sequence Analysis at the Upper Paleolithic Site of Ogachi-Kato 2, Hokkaido, Japan. *6th Annual Meeting of Asian Paleolithic Association*, Yinchuan, Ningxia, China.
- Terry, K., Izuho, M. and Oda, N. 2013. Changes in Hunter-Gatherer Mobility Strategy around LGM in Southern Paleo-SHK Peninsula: Integration of Obsidian Sourcing and Lithic Macroscopic Approaches. International Workshop “*Changes in Behavioral and Technological Adaptation around the LGM in Eurasia* (2nd LGM workshop in Tokyo)”. Tokyo.
- Izuho, M. 2013. “Recent Progress and Future Directions in Archaeological obsidian Study on Hokkaido (Japan)”. *Annual Meeting of Korean Paleolithic Research Association*, Wongju, Korea.

・研究成果の公表

4年間継続した北海道における黒曜石産地同定データの修正と分析について、下記の学会誌に公表した。

- 佐藤宏之・役重みゆき 2013「北海道の後期旧石器時代における黒曜石産地の開発と黒曜石の流通」『旧石器研究』9号、1-25頁、日本旧石器学会
- Sato, H. and Yakushige, M. 2014. Obsidian exploitation and circulation in Late Pleistocene Hokkaido. In: Ono, A. and Yamada, M. (eds.) *Lithic Raw Material Exploitation and Circulation in Prehistory: a comparative perspective in diverse palaeoenvironment*. pp. 155-173, ERAUL, 138(Etudes et Recherches Archaeologiques de l’Universite de Liege, Belgique).
- Kuzmin, Y. V., Glascock, M. D., Izuho, M. 2013. The Geochemistry of the Major Sources of Archaeological Obsidian on Hokkaido Island (Japan): Shirataki and Oketo. *Archaeometry*, 55: 355–369.
- 出穂雅実・森先一貴 2014「北東アジアの石刃鏃石器群における体系的黒曜石研究の適用：現状と課題」大貫静夫・福田正宏（編）『環日本海北回廊における完新世初頭の様相解明：「石刃鏃文化」に関する新たな調査研究』17-24頁

下記の論文は国際紙への掲載が決定し、印刷中である。

- Izuho, M., Ferguson, J. R., Glascock, M. D., Oda, N., Akai, F., Nakazawa, Y. and Sato, H. 2014 (In Press) Integration of obsidian compositional studies and lithic reduction sequence analysis at the Upper Paleolithic site of Ogachi-Kato 2, Hokkaido, Japan. In A. Ono, Y. Suda, and M. D. Glascock (eds.) *Methodological Issues of Obsidian Provenance Studies and the Standardization of Geologic Obsidian*. British Archaeological Report, International Series, Oxford.
- Ferguson, J., Glascock, M., Izuho, M., Mukai, M., Wada, K. and Sato, H. 2014 (In Press) Multi-Method Characterization of Obsidian Source Compositional Groups on Hokkaido Island (Japan). In A. Ono, Y. Suda, and M. D. Glascock (eds.) *Methodological Issues of Obsidian Provenance Studies and the Standardization of Geologic Obsidian*. British Archaeological Report, International Series, Oxford.

4. 研究業績

巻末に掲載した。

II . 北海道の黒曜石産地同定に関する地質学的 および地球化学的研究

A. 北海道における黒曜石岩体生成の地質学的背景

廣瀬 亘

要旨

北海道における黒曜石産地の地質学的な状況について、筆者がこれまでにやってきた各地域の黒曜石の産状についてとりまとめるとともに、黒曜石産出の時空分布的特徴について整理した。最も大規模かつ良好な黒曜石露頭が存在するのは白滝地域であり、他の地域は基本的に露頭を確認できないか、あっても黒曜石の品質が低い。北海道では新第三紀以降火山活動が現在まで継続しているにも関わらず、黒曜石が多産するのは8～6Maと3～2Maという限られた時期であり、産地の多くは千島弧の背弧域、紋別上土幌地溝帯の中に集中している。これは北海道で引張応力場を特徴付けるバイモーダル火山活動および単成火山群の活動した時期と重なっており、珧長質火山活動において黒曜石が生成しやすい条件を満たす応力場となんらかの関連があったことを示唆している。

キーワード: 黒曜石、産状、テクトニクス

1. はじめに

北海道は、北東アジアにおける主要な黒曜石産地として広く知られている。日本国内では北海道のみならず各地で黒曜石が産するが、中でも北海道が主要な黒曜石供給地となったのは、白滝や十勝など良質かつ大規模な黒曜石の産地が存在することが要因の一つであろう。黒曜石は珧長質マグマを伴う火山活動で形成される。北海道における珧長質火山活動が新第三紀以降現在まで大きなタイムギャップなく継続していることを考慮すれば、現在活動中の火山でも黒曜石が産出しても不思議ではない。しかし、支笏カルデラや洞爺カルデラなど大規模なカルデラ火山の噴出物、恵山など溶岩ドームや溶岩流などデイサイト質～流紋岩質の火山岩から黒曜石が大規模に産出する例は知られていない。また、日本国内における比較的大規模な黒曜石産地が、北海道をはじめ、中部地方、山陰～九州地方に限られていることも、黒曜石の形成条件になんらかの地質的条件が関係していることを示唆している。

ここでは、黒曜石産地である北海道の地質およびテクトニクスの概要をまとめるとともに、黒曜石産地について、著者が現地状況を観察する機会を得た地域の地質条件について述べ、黒曜石の形成年代や分布（時空分布）から、北海道において黒曜石が多産する条件を検討する。

2. 北海道および日本周辺の島弧 - 海溝系テクトニクス

北海道は、海洋プレートである太平洋プレート、大陸プレートである北アメリカ（オホーツク）プレートおよびユーラシア（アムール）プレートの境界に位置している（図1）。同時に、カムチャッカ半島から千島列島へと伸びる千島弧と、北海道から東北日本へと伸びる東北日本弧の会合部に位置している。海洋プレートのみならず大陸プレートも移動しているため、いくつものプレートの境界に位置している北海道は、単に海洋プレートが大陸プレートに沈み込む場であるだけでなく、大陸プレート間の相対運動にともなう複雑な地質構造発達史をたどってきた。これは単に複雑な「場」である

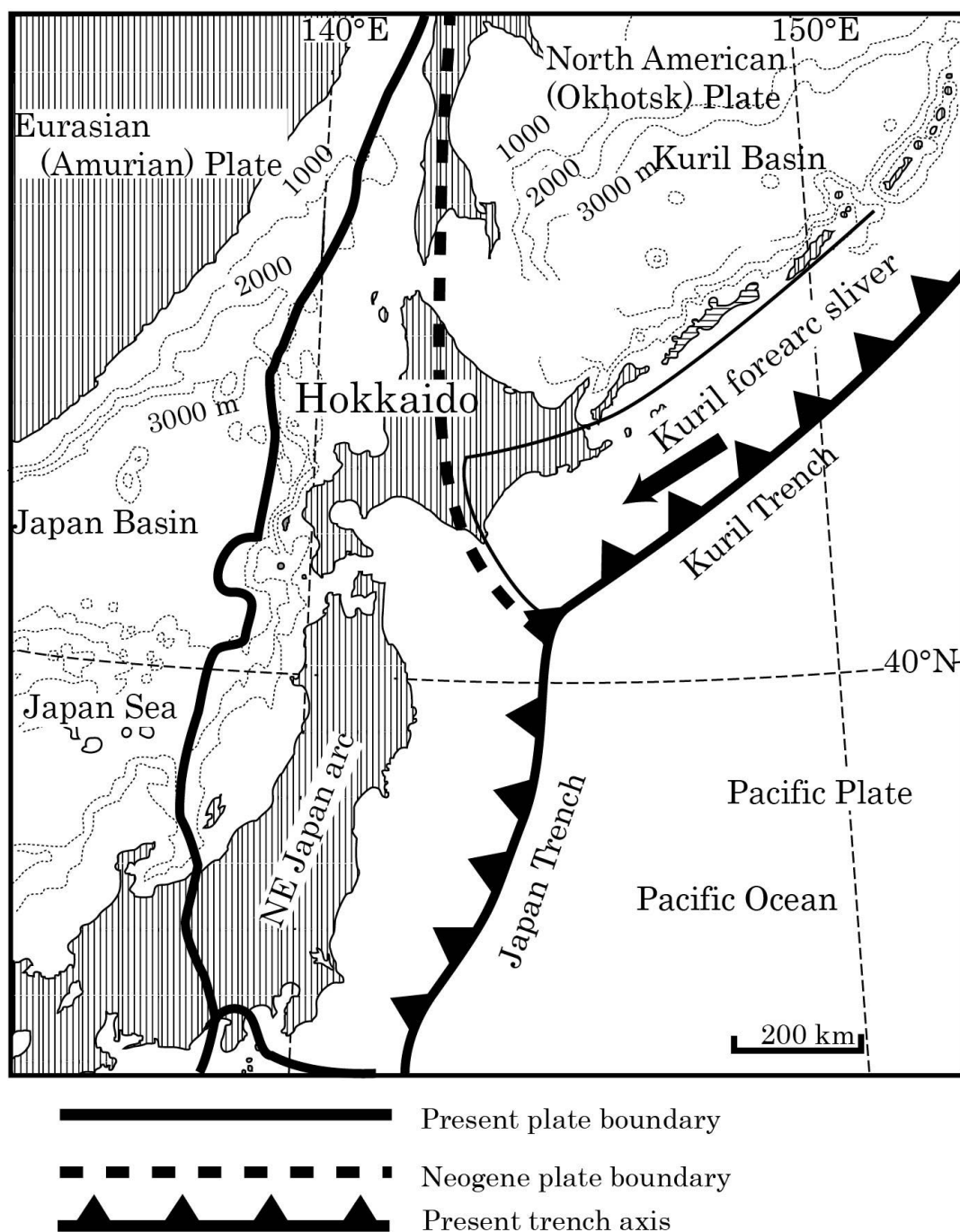


図1 千島弧～東北日本弧（千島列島～北海道～東北日本）にかけてのプレート境界
(廣瀬・中川 1999)

というだけでなく、プレート相対運動の速度や方向が時間とともに変化することで「場」そのものが変化することも意味する。

千島弧・東北日本弧の両島弧・海溝系は、少なくとも白亜紀～古第三紀初頭には形成され、古第三紀以降に衝突を開始した (Kimura et al. 1983)。北海道中軸部の日高山脈など南北性の山脈は、この衝突により形成が開始されている。続いてこれらの島弧の背弧側では、千島海盆と日本海（日本海盆・大和海盆）という2つの背弧海盆が形成された。日本海は、古第三紀末～中期中新世にかけて形成さ

れたことが、海盆底の玄武岩の放射年代や海盆堆積物の微化石年代から推定されている (Kaneoka et al. 1992 など)。千島海盆については、これまで形成年代を規定する直接的な地質年代は報告されておらず、地殻熱流量や周辺地域のテクトニクスからは、白亜紀～中期中新世にかけて形成されたと推測されている (Kimura & Tamaki 1985 等)。

背弧海盆の形成につづき、北海道周辺では、千島弧前弧マイクロプレートの西進、北アメリカ (オホーツク) プレートとユーラシア (アムール) プレート境界のジャンプが起こった。千島弧前弧マイクロプレートは、千島弧に対する太平洋プレートの斜め沈込みによって火山フロントから前弧域が背弧域から分離して西進したものである。西進は中新世には活発化したと見なされている (Kimura 1986)。西進する前弧マイクロプレートは北海道中軸部で東北日本弧に衝突した。北海道中軸部の南半部を占める日高山脈は中～後期中新世に上昇速度が加速したとされ、この衝突により上昇が加速したと見なせる。東北日本弧・千島弧における平均的な地殻の厚さが 30km 程度であるのに対し、北海道中軸部南半部では厚さ 60km を越える島弧としては厚い大陸地殻が形成されることとなったのも、この衝突によるものである。一方、衝突による短縮域となっていた北海道中軸部南半部 (千島弧前弧域に対し、千島弧の背弧域は局所的な引張応力場になった可能性が議論されている。斜め沈み込みの程度については、特に鮮新世以降その程度が小さくなっている可能性が指摘されている (DeMets 1992、廣瀬・中川 1999)。西南日本弧における中央構造線に相当するような右横ずれ活断層 (変動帯) が北海道では見いだされていないことは、この推定と調和的である。後述するように、北海道の黒曜石の大半はこの時期に産している。

第四紀にはいと、北アメリカ (オホーツク) プレートおよびユーラシア (アムール) プレート境界は、より西方の日本海東縁にジャンプしたとされる。このため現在は、北海道西部～日本海東縁にかけて活発な短縮変動帯が形成されている (廣瀬・中川 1999)。

3. 北海道の地質および火山活動の概要

北海道の地質は、白亜紀～古第三紀前半にかけて形成された島弧火山岩類、前弧海盆堆積物、付加帯およびそれらを起源とする変成岩類を基盤とし、古第三紀後半から現在までの堆積岩および火山岩がそれらを覆う。白亜系～古第三系および北海道中軸部における新第三系堆積岩類は、千島弧前弧域を除けば、おおむね南北方向に伸長する配列を為し、衝上断層および過褶曲による著しい変形を受けている。これに対し、第四系および北海道中軸部を除く新第三系の変形は弱いので、火山体の原地形などの地質構造の多くが比較的良く保存されている。

北海道の火山活動は、白亜紀～前期中新世にかけては主に島弧火山活動の消長にともなって断続的に行われていた。現在のテクトニック・フレームワークがほぼ確立された中期中新世以降、現在まで大きなタイムブレイクなく継続しているが、テクトニック・セッティングの変化をうけて火山活動域や火山活動様式は大きく変化している (廣瀬・中川 1999、廣瀬ほか 2000 など)。廣瀬・中川 (1999)、廣瀬ほか (2000) が行った火山活動様式やマグマの化学組成、火山分布等に基づき、前期中新世～中期中新世 (～ 12Ma)、後期中新世～第四紀前期 (12 ～ 1Ma)、第四紀前期～現在 (1Ma ～) の 3 ステージに大枠として区分可能である。後述するように、北海道の黒曜石の大半は 12 ～ 1Ma に産している。

前期中新世～中期中新世 (～ 12Ma) : アルカリ質火山活動に引き続き、北海道全域におよぶ広域的かつ大規模な火山活動が発生、12Ma 頃にそれらは突然終了した。現在と火山岩分布が著しく異なること、玄武岩・流紋岩が卓越し安山岩を欠くバイモーダル火山活動など特徴的な火山活動が多く認めら

れることから、背弧海盆（日本海）形成に伴い通常の島弧火山活動システムが擾乱されていた時期と推定される。

後期中新世～第四紀前期 (12 ～ 1Ma)：背弧海盆形成の影響が次第に弱まり、現在の千島弧・東北日本弧で見られる島弧火山活動の性質が次第に色濃くなっていく時期である。この時期の北海道は、バイモータル火山活動などが一部で継続しつつも、それらの特徴は次第に衰えていく。千島弧においてそれは特に顕著であり、斜め沈み込みによるやや引張応力場的な地殻応力場のもとでの火山活動と解釈されている。

第四紀前期～現在 (1Ma ～)：背弧海盆形成の影響はほぼ認められなくなり、北海道の広域応力場はやや圧縮的な性質へと変化する。この変化により、それまでのバイモータル火山活動は陰を潜め、安山岩が卓越するユニモータル火山活動へ変化する。

4. 北海道における黒曜石の時空分布

(1) 黒曜石の分布

北海道の地質学的黒曜石の主要な分布地域は 21 地点に整理され、さらに一次分布範囲と副次分布範囲に大別されている（出穂 1997、Shackley 1998、出穂ほか 2008）（図 2・表 1）。一次分布範囲は黒曜石露頭が存在するか、露頭が無いながらも多量の黒曜石岩屑の集中から黒曜石露頭がかつて存在しないし地表下に存在が推定されるものである。白滝赤石山・白滝十勝石沢・置戸置戸山・置戸所山・十勝三股十三の沢・赤井川土木沢・ケショマップ通子沢・網走ボンモイ岬・紋別上藻別・奥尻勝瀧山の合計 10 カ所を地質学的黒曜石の一次分布範囲に区分することができる。一次分布範囲付近では、山くずれや地滑りによる岩体の大規模な崩壊や移動が生じていることが多い。副次的分布範囲は、河川により上流域から下流域へ黒曜石岩屑が運搬され、河床や段丘堆積物等に含有されている場合等を指す。

これらのうち、筆者がこれまでに現地にて地質調査を行う機会があった地域について、黒曜石の産状および産出層準、今後必要な調査等について述べる。

(2) 各地の黒曜石の産状と地質

a. 一次分布

白滝地域（赤石山・十勝石沢）

国府谷ほか（1964）の幌加湧別溶結凝灰岩をはじめ、鮮新世に噴出した大規模珪長質火砕流堆積物の分布域に黒曜石岩体が認められる。2010 年に白滝地域が日本ジオパークになったことにともない、黒曜石露頭やその分布、産状に関する研究が急速に進みつつある（松井ほか 1959、和田・佐野 2011、佐野ほか 2011）。露出状況から全ての岩体について観察できてはいないが、八号沢露頭、球瀬の沢露頭、あじさいの滝露頭を見る限り、いずれも流紋岩質溶岩流の縁辺部を成している。

北十勝地域（十三の沢）

十勝三股十三の沢では、山地の斜面および沢筋が膨大な量の岩屑で覆われている。これらの岩屑は主に溶岩・火砕岩・溶結凝灰岩および基盤の粘板岩片だが、その中に黒曜石岩屑が多量に認められる。黒曜石露頭はこれまでに確認されていない。十勝三股付近には、「糠平」図幅で十勝幌加層（山岸・松波 1976）と呼ばれる後期中新世の珪長質火山岩類が分布する。十勝幌加層は興水・金（1986）に

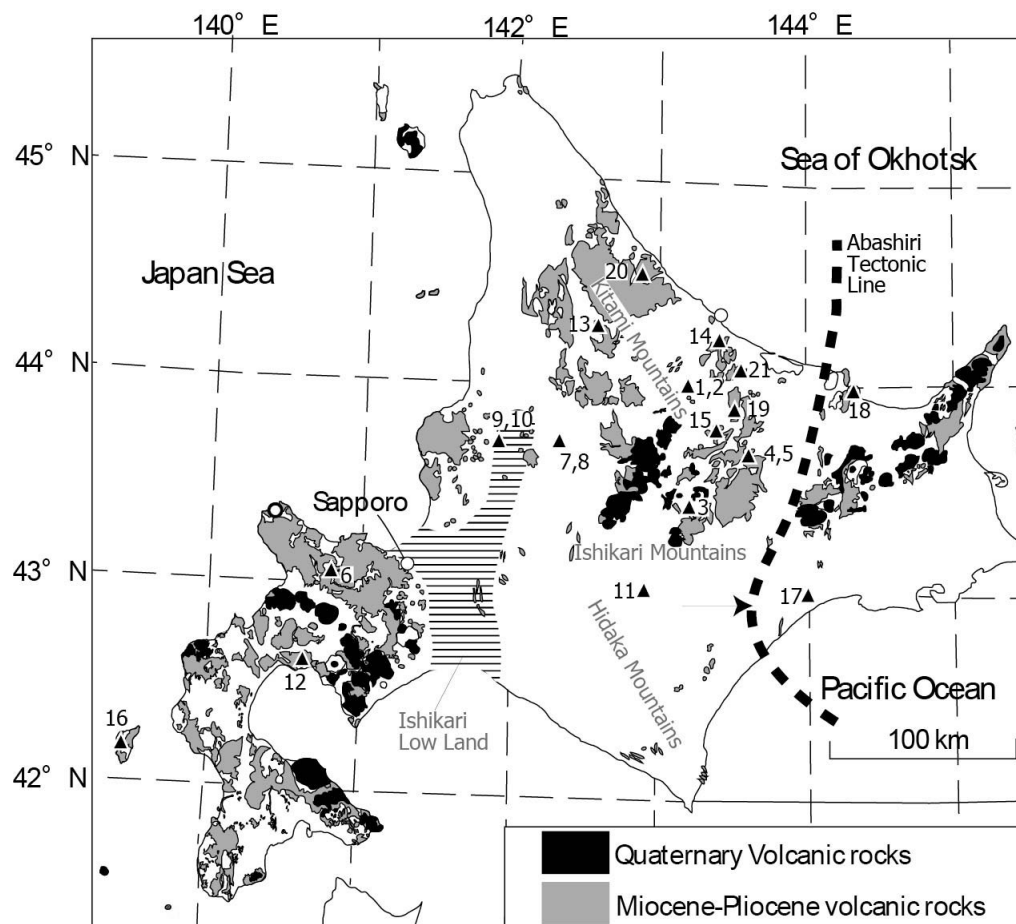


図2 北海道の新第三紀～第四紀火山岩の分布と黒曜石産地（出穂ほか 2008）

より 6.7～6.6Ma の FT 年代が報告されており、隣接する芽登温泉図幅でホロカビリベツ川層・ヌカナン川層（高橋・三谷 1970）と呼ばれる新第三系の溶結凝灰岩・珪長質火砕岩に連続している。これらは北十勝地域で最も広範に分布する地質体となっている。十勝幌加層およびその相当層からは黒曜石露頭を見いだしていないが、十勝幌加層が再堆積した河川成層・湖成層等の陸成層であるタウシュベツ層（山岸・松波 1976）にはやや変質した黒曜石が含まれていること、十勝幌加層より古い地層には大規模な珪長質火山岩が含まれないことから、十三の沢の岩屑は十勝幌加層など後期中新世の流紋岩質火砕岩に由来する可能性が高い。このことは、十勝三股カルデラ起源とされる芽登凝灰岩（石井ほか 2008）中に黒曜石露頭および黒曜石岩片が認められないことも調和的である。しかしこの地域では、特に新第三紀中新世～第四紀更新世前期にかけての地質分布が図幅境界で大きく食い違うことや火山岩層序の解釈に混乱があり、黒曜石産出層準の同定にあたっては、十三の沢周辺～ヌカナン川上流にかけての地質図作成など、基本的な地質情報から再検討が必要である。

置戸地域（置戸山・所山）

置戸地域では、置戸層・置戸安山岩をはじめとする後期中新世～鮮新世の火山岩が広く分布する（沢村・秦 1965）。黒曜石は置戸山および所山周辺、墓地の沢で沢底や土壌中の礫、地表を覆う岩屑として認められる。巨礫は認められず、直径数 cm ～数十 cm 程度の礫として産することがほとんどである。球顆は見られず、新鮮かつ均質で、打撃により容易に加工可能な高品質なものが多い。置戸層、置戸

表 1 北海道の地質学的黒曜石産地 (Izuho and Hirose 2007 を簡略化)

No.	産出地点名	一次分布範囲	復次分布範囲	緯度	経度	標高(m)
1	白滝	赤石山	幌加沢～湧別川	43°56′	143°08′	1172
2	白滝	十勝石沢	十勝石沢～湧別川	43°54′	143°10′	872
3	十勝三股	十三の沢	十三の沢～音更川～十勝川, 利別川～十勝川	43°29′	143°10′	725
4	置戸	置戸山	墓地の沢～常呂川, 訓子府川～常呂川	43°41′	143°33′	550
5	置戸	所山	墓地の沢～常呂川, オンネアンズ川～常呂川	43°40′	143°30′	582
6	赤井川	土木沢	土木沢～余市川, 中の沢～白井川～余市川	43°00′	140°49′	550
7	近文台	不明	近文台段丘～石狩川	43°50′	142°23′	145
8	雨紛台	不明	雨紛台段丘～石狩川	43°46′	142°17′	120
9	北竜	不明	碧水段丘～雨竜川	43°46′	141°52′	51
10	秩父別	不明	中山段丘～秩父別櫻川	43°46′	141°58′	68
11	然別	不明	然別川～十勝川	43°05′	142°59′	180
12	豊泉	不明	豊泉川	42°36′	140°39′	8
13	名寄	不明	忠烈布川～名寄川～天塩川, 東生川～風連別川～天塩川	44°15′	142°34′	212
14	紋別	上藻別	上モベツ川～藻別川	44°10′	143°22′	160
15	ケショマツ	通子沢	ケショマツ川～無加川	43°45′	143°18′	792
16	奥尻	勝潤山	幌内川	42°11′	139°27′	340
17	釧路	不明	コイトイ川～阿寒川	42°59′	144°09′	10
18	網走	ボンモイ岬	—	44°01′	144°16′	22
19	生田原	仁田布川	仁田布川	43°58′	143°29′	293
20	雄武	不明	音稲府川	44°33′	142°49′	144
21	遠軽	不明	サナブチ川～湧別川	44°03′	143°28′	109

安山岩および鮮新世火山岩類の多くは玄武岩～安山岩質の溶岩・火砕岩で構成されるので、黒曜石の胚胎する層準としては鮮新世火山岩類 (L5: 黒曜石)、ないし隣接する北見富士図幅・常元図幅でホロカトコロ溶結凝灰岩と呼ばれる火砕流堆積物が有力だが、これまでに露頭を見いだすには至っていない。

赤井川地域 (土木沢)

土木沢およびその周辺で、沢底ないし斜面表層の岩屑として黒曜石が認められる。こぶし大～人頭大程度の円礫が多くサイズは不淘汰で、ある程度移動してはいるものの比較的近傍に露頭がある、ないしかつて存在していたと推定される。赤井川カルデラ (横山ほか 2003) に関連する大規模珪長質火砕流堆積物中の溶結部に由来する可能性があるが、彼らの研究では言及がなく、黒曜石露頭も確認できなかった。

紋別地域 (上藻別)

上藻別に分布する藻別層 (八幡ほか 1988) の流紋岩中に露頭が確認された。藻別層は、八幡・西戸 (1995) により 11.8Ma の K-Ar 年代が報告されている。ただし露頭は小規模であり、流紋岩溶岩の流動の際に発生した自破碎 (一部は水冷破碎の可能性もある) をうけていること、しばしば真珠岩～松脂岩状になっていること、また弱い熱水変質を被っているため、均質かつ高品位の黒曜石を安定的かつ大量に採取することは簡単ではない。また、上藻別周辺の藻別層流紋岩類は火砕岩が発達し、まとまった黒曜石の分布はこれまでに見いだしていない。

遠軽地域 (社名淵)

遠軽町社名淵～上富美周辺に分布する社名淵層中 (八幡ほか 1988、田近・八幡 1991) の流紋岩質火砕岩中に、黒曜石の小礫が認められる。やや円磨されていること、流紋岩など他の礫種にくらべ構

成比率が低いことから、異質岩片として火砕岩中に取り込まれたと推定される。社名淵層には小規模ながらも流紋岩質火砕流堆積物（一部は溶結）が認められている。これまでに黒曜石露頭を見いだすには至っていないが、火砕流堆積物をターゲットとした調査によって露頭を見いだせる可能性はある。また、社名淵西方にはやはり黒曜石を夾在する可能性のある藻別層が分布する。上藻別地域の藻別層は水和・破碎・変質の影響が大きい、上富美西方の藻別層はやや新鮮な場合があり、社名淵層への黒曜石礫供給については、藻別層・社名淵層が供給源として検討対象となる。

奥尻地域（勝淵山）

勝淵山で大規模な黒曜石岩体が認められ、パーライトとして現在も採石されている。採取対象となっているのは、勝淵山流紋岩と呼ばれる流紋岩質溶岩（吉村ほか 2012）。流紋岩質の溶岩流であり、厚さは少なくとも 50～100m 以上、分布面積は 1～2km² におよび岩体としては大規模である。しかし、溶岩の外縁～内部まで真珠岩・松脂岩に近い産状で、底面付近～周縁部では一部で破碎が進んでいること、黒曜石部はごくわずかであるため、石器に利用しようとしても、高品質のものを安定して多量に採取することは難しい。

a. 副次分布

上川盆地（近文台・雨紛台・台場）

旭川周辺の段丘状の丘陵地から黒曜石礫が産し、地形から、石狩川、忠別川、辺別川の上流域から供給されたと推定される。黒曜石礫は、旭川台場（高砂台）～近文台を構成する河川成の砂礫層である高砂台礫層（北海道立地質研究所 2009、岡・小澤 1997 の旭川層の一部に相当）中に含まれる。また石狩川周辺の河成段丘礫にもわずかに含まれている。高砂台礫層は美瑛火砕流堆積物（池田・向山 1983）に覆われ、雨月沢火砕流堆積物（池田・向山 1983）を覆っているので、高砂台礫層に含まれる黒曜石礫は、美瑛火砕流以前に形成され河川により運搬、上川盆地内に堆積したと推定される。雨月沢火砕流堆積物は軽石に乏しいアッシュフロー堆積物であり、美瑛町俵真布（辺別川上流）などその分布域ではこれまでに黒曜石を夾在する産状は見いだしていない。石狩川上流域に広く分布する火砕流堆積物（上川図幅地域のチカルベツ溶結凝灰岩、笹山溶結凝灰岩：藤原ほか 1970）でも黒曜石を夾在する産状は見いだせなかった。この地域の黒曜石礫の給源については未解決であり、引き続き検討を要する。

北空知地域（北竜～新十津川）

深川市音江、秩父別町中ノ沢の河成段丘（低位～中位）にごく少量の黒曜石細礫が見いだされた。向井（2010）によれば北竜町美葉牛を北限、新十津川町大和を南限として北空知地域の広い範囲で河成段丘中に黒曜石礫が見いだされている。向井（2010）はこの地域の黒曜石について上川盆地のそれに類似することを指摘しているが、現在の石狩川の流路では北空知の黒曜石礫分布とやや離れておりその分布を説明することは難しい。一方、この地域で河成段丘を発達させる河川としては雨竜川、幌新太刀別川、恵岱別川などがあるが、これらの川の上流域では黒曜石は見いだされておらず、黒曜石を夾在する可能性のある大規模な珪長質火山噴出物も認められない。これについては、石狩川がかつてはより北流しており多度志川、幌内川を流路としていたと考えれば説明可能だが、この仮説を証明するためにはこれらの河川流域の高位段丘～最高位段丘の形成時期、当時の河川断面の復元・地殻変動履歴の検討が必要であろう。

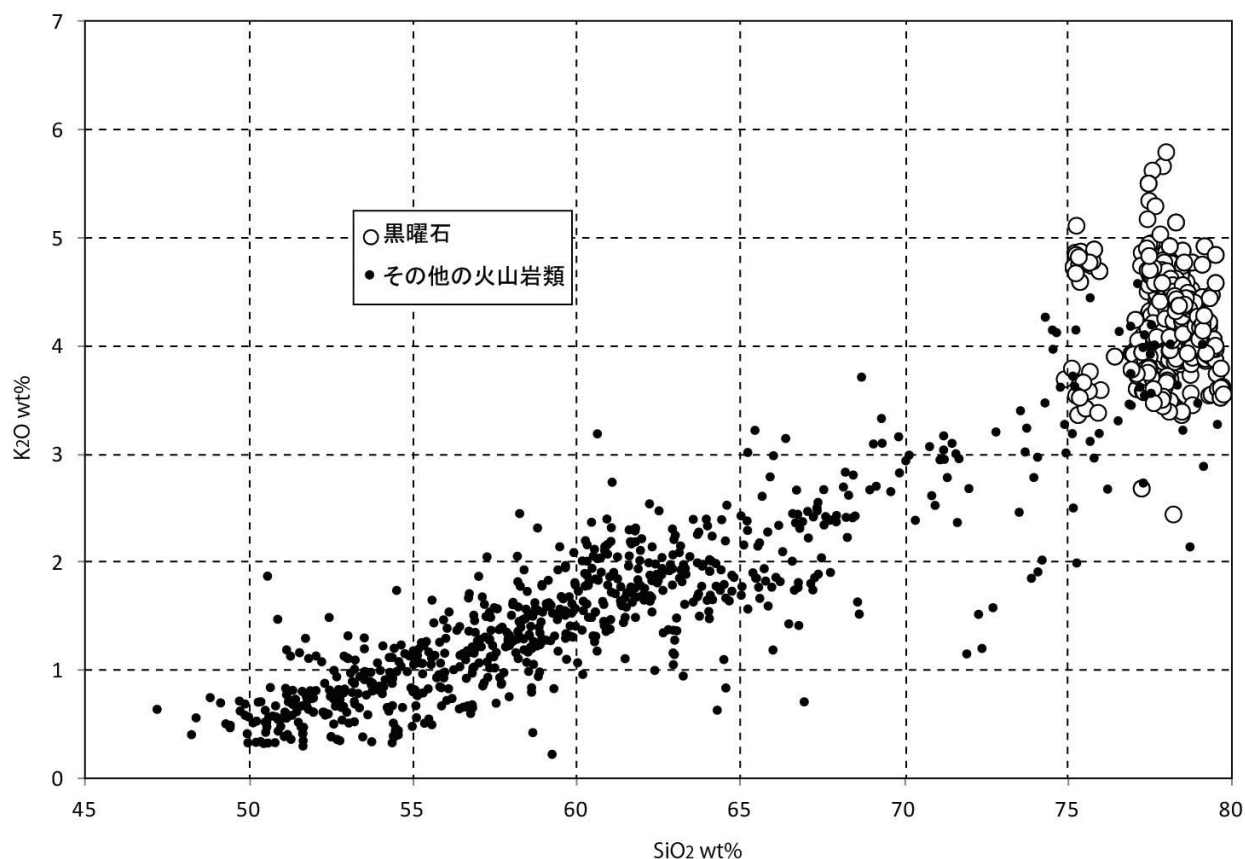


図3 北海道の新第三紀～第四紀火山岩の主成分化学組成
(廣瀬・中川 1999、廣瀬ほか 2000 のデータから作成)

雄武地域

オホーツク海側、雄武町の音稲府川流域で、河床礫として黒曜石が少量認められた。音稲府川流域には中期中新世に噴出したと推定される元稲府溶岩が分布している。元稲府溶岩は興水・金（1987）により 12.0Ma のフィッシュン・トラック年代が得られており、中期中新世後期に北海道北部で発生した大規模な火山活動による噴出物である。露出不良のため詳細は不明だが、流紋岩質の溶結凝灰岩礫（溶岩に類似した礫も認められるが、中～強溶結部の礫である可能性が残る）がしばしば認められる。鈴木ほか（1966）は溶岩中に黒曜石レンズが夾在される産状を報告しているが、筆者による調査では露頭を確認できず、詳細を知るためには元稲府溶岩に関する調査を要する。

名寄

名寄市忠烈布～徳田にかけて新第三系（川西層：北海道立地質研究所 2010）中に黒曜石礫が認められるほか、下川町上名寄～西町南方でも黒曜石礫が畑地から産するとの情報を地元住民より得た。球顆は含まれず新鮮である（透明度が低いながらもガラス質であり、凹凸に飛んだ外観を成すことから、地元では隕石・テクタイトと誤認されていた）。名寄市砺波～内淵付近で広く分布する川西層には黒曜石を見いだしていないが、向井（2010）は名寄市智恵文で川西層から黒曜石礫を報告しており、川西層の特定層準に黒曜石が偏在している可能性もある。剣淵～士別～西風連付近の丘陵地や河川では黒曜石は認められないことも考慮すると、黒曜石原産地は名寄川流域に想定される。下川町上名寄

～サンプルにかけては膨大な量の珪長質火砕流堆積物および溶岩が分布している（サンプル火山岩類：酒匂ほか 1960）。これまでの調査では黒曜石露頭を見いだしていないが、名寄川流域には他にまとまった珪長質火山岩は知られていないため、黒曜石産地探索の際には主要なターゲットとなる。

5. 黒曜石の時空分布とテクトニクス（年代、珪長質火山岩の頻度）

黒曜石の産地は日本各地に知られているが、先史時代の人間によって広域（> 100km）におよぶ黒曜石分布が形成された産地を持つ地域は、北海道、中部日本、九州地域に集中している。北海道の黒曜石について、以下にその岩石学的特徴、地理的分布および形成年代の観点から若干の整理を試みる。

図3に、北海道の新第三紀～第四紀火山岩類と、そのうち黒曜石について、全岩化学組成のうち SiO_2 と K_2O に関する2成分ダイアグラムを示す。北海道の新第三紀～第四紀火山岩類は、 SiO_2 が47%～80%にわたる幅広い組成幅を持っている。玄武岩質安山岩～デイサイト組成のものが目立つが、 SiO_2 が70～80%程度のいわゆる流紋岩質のものも少なからず産して

いる。黒曜石は SiO_2 で75～80%程度と流紋岩の中でも特に SiO_2 に富む傾向はあるものの、その組成幅は SiO_2 に関しては他の火山岩類と重複し、 K_2O ではやや他の火山岩よりも高いグループが認められるものの、基本的には大差ないものとなっている。このことから、少なくとも主成分化学組成は、珪長質マグマが黒曜石になるか否かに関して決定的な要素とはなっていないようである。

次に空間的な分布について見てみる。北海道内で広範囲に広がる新第三紀以降の火山活動域のなか

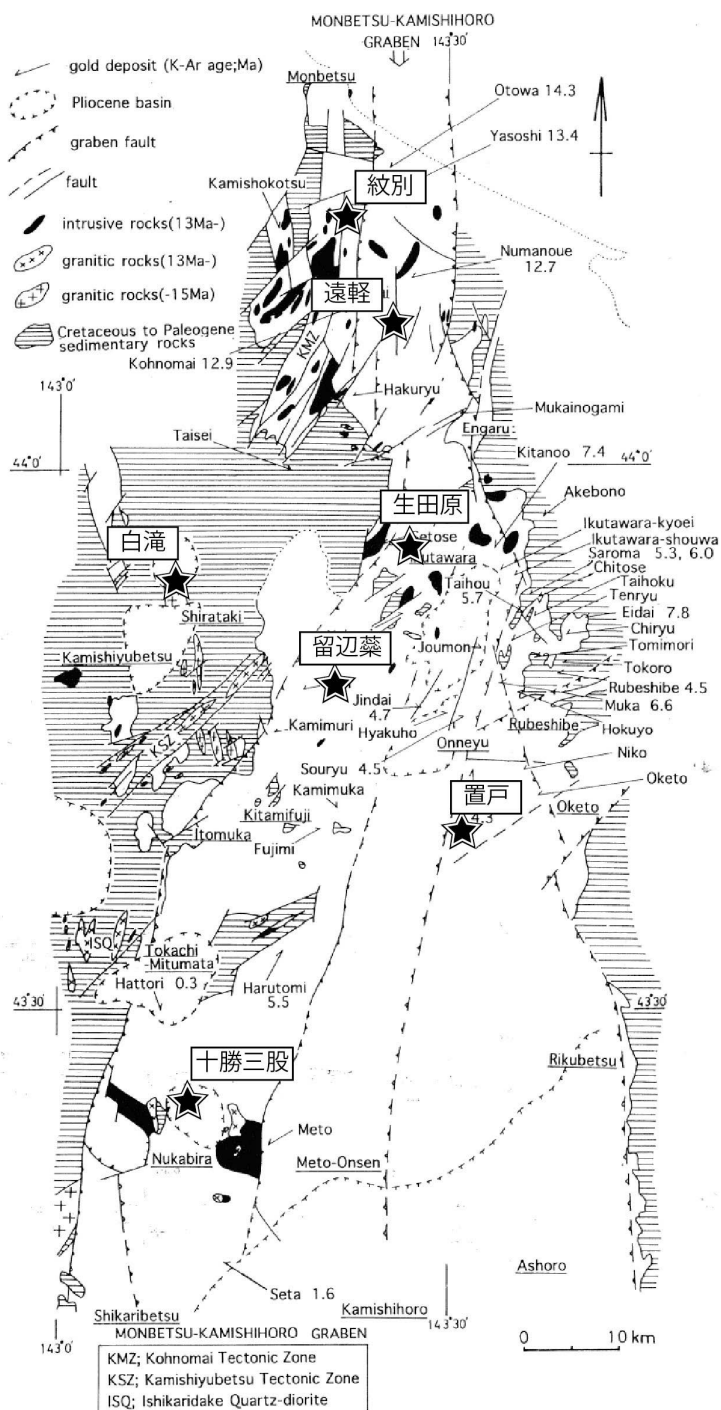


図4 紋別 - 上士幌地溝帯における黒曜石産地の分布
(八幡 1997 に加筆) 星印が黒曜石産地

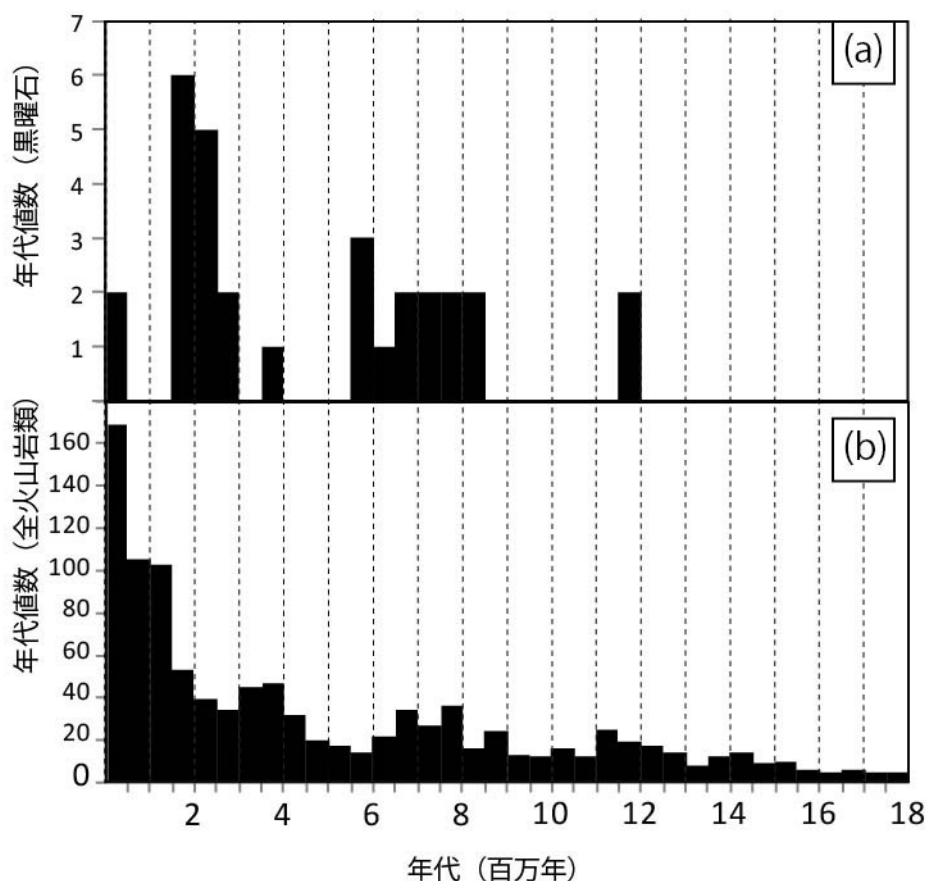


図5 北海道の新第三紀～第四紀火山岩の K-Ar 年代、フィッシュントラック年代ヒストグラム
(廣瀬・中川 1999、廣瀬ほか 2000 およびそれ以降に報告された放射性年代値に基づき作成)
(a)：黒曜石、(b)：全放射年代値

で、黒曜石の産地は一部の例外（奥尻・赤井川・豊浦）を除き千島弧側に偏って集中している。特に、白滝・置戸・十勝三又・遠軽など多くの産地が、千島弧の島弧横断方向に南北に延びる「紋別 - 上士幌地溝帯」（八幡 1997）の内部に分布することも注目される（図 4）。紋別 - 上士幌地溝帯は、北海道東部の紋別地域から十勝平野まで南北に延びるハーフグラabenであり（八幡 1997）、11.5Ma 以降に形成されたとされる。地溝帯の形成システムについては今後議論が必要だが、少なくとも地殻の表層部（深度 0 ～数 km 程度）が引張場に置かれ、地溝帯内部はその外側に対して沈降したと見なすことはできる。

北海道の黒曜石から報告されている放射年代値と、新第三紀～火山岩全体についての年代値ヒストグラムを図 5 に示す。個数は少ないながらも、黒曜石から報告されている年代値は 8 ～ 6Ma（生田原、遠軽）と 3 ～ 2Ma（白滝・置戸・十勝三又・赤井川など）に多く、11.5 ～ 8.5Ma、5.5 ～ 3Ma には認められないことがわかる（図 5-a）。集中期から外れるのは、奥尻島（第四紀後期）、十勝川の黒曜石礫（0.7Ma 前後：興水 1981）、雄武（12Ma）および紋別（11.8Ma）である。一方、北海道の新第三紀～第四紀火山活動は図 5-b を見てもわかるように、若干の消長はあるものの 18Ma から現在まで継続している（1.5Ma から現在まで年代値数が激増しているのは、比較的新しい地質体については地質調査の精度が飛躍的に高まり層序が細分化されていることによる見かけの増加である）。北海道では、8 ～ 6Ma と 3 ～ 2Ma には特に黒曜石が形成されやすい火山活動が行われていたようである。

8 ～ 6Ma と 3 ～ 2Ma は、北海道の千島弧背弧域でバイモーダル火山活動と単成火山群の活動とい

った、引張応力場に特徴的な火山活動が特に顕著だった時期に相当する（廣瀬・中川 1999）。黒曜石の活動がこうした時期に顕著なこと、基本的に圧縮応力場にある第四紀後期には黒曜石は一部の例外を除きほとんど現れていないことは、注目に値する。

黒曜石は一般的には珪長質マグマの過冷却によって形成されると考えられているが、冷却過程において広域応力場が影響を及ぼすとは考えにくい。その一方で、広域応力場の違いは地殻内でのマグマ滞留時間やマグマ形成システム（玄武岩・安山岩等からの結晶分化作用、地殻融解によるデイサイト～流紋岩質マグマの形成）、マグマ上昇過程と短期的～長期的噴出率、そしてそれらを反映した火山活動様式に影響を与えることは推測できる。北海道の千島弧における時間的空間的な黒曜石の偏在を見る限り、黒曜石が形成される条件には珪長質マグマの噴出だけでなく、珪長質マグマそのものがなんらかの岩石学的条件を満たす必要があること、そしてその条件は引張応力場における珪長質火山活動で発現しやすいように見えるので、こうした地質背景を考慮することで黒曜石の形成条件を解明する糸口が得られる可能性があるだろう。

北海道の黒曜石について、その形成条件に関する研究は白滝地域で手がけ始められたばかりである（佐野ほか 2012）。珪長質マグマの上昇・冷却・脱ガス過程などが実験岩石学的手法によって明らかになることで、黒曜石の形成条件についても理解が進むことが期待される。一方で、黒曜石を形成しやすい珪長質マグマの発現条件にテクトニクス等地質学的条件がどのように影響するのか、今後さらなるデータ蓄積をすすめる必要があるだろう。

引用参考文献

- DeMets, C. 1992. Oblique convergence and deformation along the Kuril and Japan trenches. *Journal of Geophysical Research*, 97: 17615-17625.
- 藤原哲夫・金 詰祐・松井公平・庄谷幸夫 1970 『5 万分の 1 地質図幅説明書 上川（網走一第 32 号）』、北海道開発庁
- 廣瀬 亘・中川光弘 1999 「北海道中央部～東部の新第三紀火山活動：火山学的データおよび全岩化学組成からみた島弧火山活動の成立と変遷」『地質学雑誌』 105、247-265 頁
- 廣瀬 亘・岩崎深雪・中川光弘 2000 「北海道中央部～西部の新第三紀火成活動の変遷：K-Ar 年代、火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷」『地質学雑誌』 106、120-135 頁
- 北海道立地質研究所 2009 『上川支庁管内の地質と地下資源 II 上川地方中部』 北海道立地質研究所
- 北海道立地質研究所 2010 『上川支庁管内の地質と地下資源 III 上川地方北部』 北海道立地質研究所
- 池田保夫・向山栄 1983 「北海道富良野 - 旭川地域の火砕流堆積物の層助と対比」『地質学雑誌』 89、163-172 頁
- 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、348-365 頁
- 出穂雅実 1997 「常呂川流域における石器石材の基礎研究」『北海道旧石器文化研究』 2、1-14 頁
- 出穂雅実・廣瀬 亘・佐藤宏之 2008 「北海道における考古学的黒曜石研究の現状と課題」『旧石器研究』 4、107-122 頁
- Kaneoka, I., Takigami, Y., Takaoka, N., Yamashita, S., & Tamaki, K. 1992. 40Ar-39Ar Analysis of Volcanic Rocks Recoverd from the Japan Sea Floor: Constraints on the Age of Formation of the Japan Sea. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Part 2, Leg 127 Sites 794-797, Japan Sea, Leg 128 Sites 797, 798-799, Japan Sea, 127/128, 2*, 819-836.
- Kimura, G. 1986. Oblique subduction and collision : Forearc tectonics of the Kuril arc. *Geology*, 14: 404-407.
- Kimura, G., Miyashita, S., & Miyasaka, S. 1983. Collision Tectonics in Hokkaido and Sakhalin. *Accretion Tectonics in the*

- Circum-Pacific Regions*. Terra Scientific Publishing Company. pp. 123-134.
- Kimura, G. & Takami, K. 1985. Tectonic Framework of the Kuril Arc since Its Initiation. *Advances in Earth and Planetary Sciences, Formation of Active Ocean Margins*. Terra Scientific Publishing Company. pp. 641-676.
- 国府谷盛明・長谷川潔・松井公平 1964 『5 万分の 1 地質図幅説明書 白滝（網走一第 33 号）』、北海道開発庁
- 奥水達司 1981 「石狩低地帯に出土する黒曜石片の原産地」『地球科学』 35、267-273 頁
- 奥水達司・金哲佑 1986 「北海道中～東部地域の新生界のフィッシュン・トラック年代（その 2）－西部帯・中央帯の”グリーン・タフ” 岩層－」『地質学雑誌』 92、559-568 頁
- 奥水達司・金哲佑 1987 「北海道中～東部地域の新生界のフィッシュン・トラック年代（その 4）：陸上火山活動による火砕岩類」『地質学雑誌』 93、217-227 頁
- 松井公平 1959 「白滝村の珪酸白土および黒曜石」『地下資源調査所報告』 21、51-56 頁
- 向井正幸 2010 「北海道から産出する黒曜石ガラスの化学組成」『旭川市博物科学館研究報告』 2、1-33 頁
- 岡 孝雄・小澤 聡 1997 『国営農地再編整備事業計画地区東神楽地区表層地質調査報告書』、北海道立地下資源調査所
- 沢村孝之助・秦 光男 1965 『5 万分の 1 地質図幅説明書 留辺蘂（網走一第 46 号）』、北海道開発庁
- Shackley, S. M. 1998. Intrasource Chemical Variability and Secondary Depositional Processes: Lessons from the American Southwest. *Archaeological Obsidian Studies –Method and Theory–*. Advances in Archaeological and Museum Science, Volume 3, pp. 83-102. Plenum Press, New York and London.
- 酒匂純俊・土居繁雄・太田昌秀 1960 『5 万分の 1 地質図幅説明書 サンプル（網走一第 8 号）』、北海道開発庁
- 佐野恭平・和田恵治・佐藤鋭一・瀬戸雄介 2011 「微細組織観察から推定される白滝十勝石沢黒曜石溶岩の噴出過程」『日本火山学会講演予稿集 2011』 61 頁
- 鈴木 守・国府谷盛明・藤原哲夫 1966 『5 万分の 1 地質図幅説明書 雄武（網走一第 6 号）』北海道立地下資源調査所
- 田近 淳・八幡正弘 1991 『5 万分の 1 地質図幅説明書 遠軽（網走一第 24 号）』北海道立地下資源調査所
- 高橋功二・三谷勝利 1970 『5 万分の 1 地質図幅説明書 芽登温泉（釧路一第 4 号）』北海道立地下資源調査所
- 和田恵治・佐野恭平 2011 「白滝黒曜石の化学組成と微細組織－原産地推定のための地質・岩石資料－」『旧石器研究』 7、57-74 頁
- 八幡正弘・田近 淳・黒沢邦彦・松波武雄 1988 『5 万分の 1 地質図幅説明書 丸瀬布北部（網走一第 34 号）』北海道立地下資源調査所
- 八幡正弘 1997 「東北北海道釧路区における新第三紀の紋別 - 上士幌地溝帯」『北海道立地下資源調査所報告』、68、43-56 頁
- 八幡正弘・西戸裕嗣 1995 「中央北海道北東部、紋別－遠軽地域の第三紀火山活動と構造運動」『地質学雑誌』 101、685-704 頁
- 山岸宏光・松波武雄 1976 『5 万分の 1 地質図幅説明書 糠平（釧路一第 3 号）』北海道立地下資源調査所
- 横山 光・八幡正弘・岡村 聡・西戸裕嗣 2003 「西南北海道、赤井川カルデラの火山層序とカルデラ形成史」『岩石鉱物科学』 32、80-95 頁
- 吉村洋平・鹿野和彦・石山大三 2012 「北海道奥尻島、勝淵山火山から噴出したガラス質流紋岩溶岩の産状と水和」『火山』 57、159-176 頁

B. 白滝黒曜石の化学組成と微細組織 — 原産地推定のための地質・岩石資料 —

和田恵治・佐野恭平

要旨

北海道白滝黒曜石地域は流紋岩溶岩の断面露頭を複数有する日本で最大級の黒曜石原産地である。白滝地域では幌加湧別カルデラ形成後の約 220 万年前に無斑晶の流紋岩マグマが多数噴出し、10 個の溶岩ユニットからなる白滝黒曜石流紋岩溶岩群（単成火山群）ができた。それぞれの溶岩外皮には緻密な黒曜石層が形成された。これらの黒曜石（光沢状と梨肌状）は 98% 以上が火山ガラスであるが、微小な鋳物を微量含む（1-2% 以下）。光沢状黒曜石は径 $> 20\mu\text{m}$ のマイクロライトを含むことはまれであるが、梨肌状黒曜石には粗粒な（径 $200\text{-}20\mu\text{m}$ ）斜長石マイクロライトが少量含まれる。径 $< 70\mu\text{m}$ の磁鉄鋳マイクロライトは黒曜石中に 0.05 ~ 0.6% 含まれる。これらは自形と針状の形態があり、両者は共存する。白滝黒曜石中の磁鉄鋳マイクロライトの結晶数密度や微細組織は溶岩グループによって違いがあり、黒曜石の同定にも適用できる。

全岩化学組成（29 試料：蛍光 X 線分析による）から白滝黒曜石は $\text{SiO}_2=76.7\text{-}77.4\%$ に集中した組成を示すが、赤石山系と十勝石沢系の 2 つの組成グループに明瞭に分かれる。赤石山系黒曜石は十勝石沢系黒曜石よりも MgO 、 FeO^* 、 CaO 、 Ba 、 Zr 、 Sr が特徴的に高い。幌加湧別溶岩の黒曜石は光沢状であるが、化学組成は十勝石沢系に属する。

黒曜石ガラスの化学組成（EPMA 分析による）は $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 図で赤石山系と十勝石沢系とに明瞭に区分される。さらに十勝石沢系でも幌加湧別溶岩の黒曜石は十勝石沢溶岩の黒曜石よりも $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比が高いことで区別できる。 FeO^*-CaO 図で見ると、十勝石沢系と赤石山系では組成領域の重なりはあるがそれぞれ 2 つの組成グループに区分される（十勝石沢系 A と B、赤石山系 A と B）。白滝黒曜石ではガラスの FeO^* 量と磁鉄鋳の存在密度との間に負の直線関係が成立し、磁鉄鋳の存在密度の違いによって黒曜石ガラスの FeO^* 量に違いが生じる。黒曜石ガラスの化学組成を知ること、それがどの溶岩グループの黒曜石なのか、多くの場合判別することが可能である。

キーワード： 白滝、黒曜石、流紋岩、化学組成、微細組織、産地推定

1. はじめに

白滝黒曜石地域は、流紋岩溶岩の断面露頭を複数有する日本最大規模の黒曜石原産地である。黒曜石産地のふもとには旧石器時代の大規模な白滝遺跡群があり、何万点にもものぼる大型の黒曜石石器が出土する（白滝団体研究会 1963、木村 1995、長沼ほか 1999 など）。旧石器時代以降、白滝産黒曜石の拡がりや遠くサハリンや東北地方・千島列島まで及び（Kuzmin et al. 2002、木村 2005、Phillips and Speakman 2009）、北方圏における先史人類社会の動態を探る上で白滝産黒曜石の流通ネットワークは重要な研究課題になる（出穂ほか 2008 など）。

黒曜石石材の産地推定に威力を発揮してきたのは原産地黒曜石の化学組成であった（藁科・東村 1983 など）。白滝産黒曜石の化学組成分析もこれまで多数行われてきた（向井ほか 2000、井上 2003 など）。これらのデータをもとに遺跡出土黒曜石が白滝産として化学的に同定されてきたことに間違いはない。しかし白滝産の黒曜石は 1 つの産地からではなく、地質学的には白滝産黒曜石はいくつもの溶岩から産する（和田 2010 など）。白滝産黒曜石の産地推定の場合、黒曜石石器がどの溶岩に由

表 2 白滝黒曜石流紋岩溶岩群の層序及び黒曜石組織・組成

ステージ	年代	火山層序	火山噴出物名称	分布地域	黒曜石組織	黒曜石組成 全岩(ガラス)
ステージ Ⅱ 後カルデラ 火山活動期	2.2 Ma	後カルデラ 溶岩 (白滝黒曜 石流紋岩 溶岩群)	赤石山山頂部 溶岩	赤石山山頂部・ 球瀬沢上流	ガラスに富む (光沢状)	赤石山系 (赤石山系A)
			赤石山上部 溶岩	八号沢・球瀬沢	ガラスに富む (光沢状)	赤石山系 (赤石山系B)
			幌加湧別溶岩	あじさいの滝・IK	ガラスに富む (光沢状)	十勝石沢系 (十勝石沢系A)
			十勝石沢溶岩	十勝石沢上流、 白土ノ沢上流	ガラスに富む マイクロライト少量 (梨肌状)	十勝石沢系 (十勝石沢系B)
			北湯ノ沢溶岩	北湯ノ沢上流	ガラスに富む (光沢状)	赤石山系 (赤石山系A&B)
			鹿砦上部溶岩	鹿砦、林班沢 上流	ガラスに富む (光沢状)	赤石山系 (赤石山系B)
			鹿砦下部溶岩	鹿砦南、 北湯ノ沢上流 林班沢上流	ガラスに富む マイクロライト少量 (梨肌状)	十勝石沢系 (十勝石沢系B)
			850m溶岩	850m峰	ガラスに富む マイクロライト少量 (梨肌状)	十勝石沢系 (十勝石沢系B)
			十勝石沢830m 溶岩	十勝石沢830m 峰	ガラスに富む マイクロライト少量 (梨肌状)	十勝石沢系 (十勝石沢系B)
			赤石山下部溶岩	赤石山中腹 周辺	ガラスに富む マイクロライト少量 (梨肌状)	十勝石沢系 (十勝石沢系B)
ステージ Ⅰ カルデラ 形成期	<3 Ma ?	幌加湧別 カルデラ	火砕物層(一部は湖 成堆積物)・自破砕 溶岩(一部は水中)	幌加湧別層 (カルデラ内)	ガラスに富む マイクロライト少量 (梨肌状)	
			大規模火砕流 堆積物	カルデラの周囲 (北東方～南東 方)	斑晶(斜長石+斜方輝 石+普通輝石±石英) に富む デイサイトまたは流紋 岩マグマ	

来する黒曜石であったのかということがわかれば、考古学への寄与も大きいと考える。噴出したマグマの化学組成は一つの火山では時間(噴出時期)や空間(火道)が違えば異なることが普通であるため(Donnelly-Nolan et al. 1990 など)、黒曜石の化学組成は同じ産地にあっても一種類であるとは限らない。

これまで白滝産であるという原産地の化学組成分析に給された黒曜石が地質学的にどここの黒曜石のものを使ったのかは必ずしも明らかではなかった。化学分析で得た結果をもとに原産地推定する場合に結果的にその同定が適合していたとしても、白滝産黒曜石の標準となる化学組成が地質学的な事実裏付けされたものでなければ、その標準化学組成値は信頼度に欠けるものとなる。黒曜石の「素性」を「戸籍」のように明らかにしておくことが必要である。そのためには、「戸籍」にあたる石器石材の原産地として、白滝黒曜石の地質学的背景を明らかにし、黒曜石の化学組成及び岩石微細組織を詳細に調べなければならない。

今回、我々は地質学的・岩石学的手法によって白滝黒曜石の地質及び化学組成・微細組織の特徴を明らかにし、白滝黒曜石の原産地推定のための岩石学的基礎資料としてまとめたのでここに報告する。

2. 白滝黒曜石を生じた白滝地域の火山活動史

白滝黒曜石が分布する地域の火山活動史を表2に示す。本地域では、鮮新世末期にデイサイトまたは流紋岩マグマの大規模火砕流が噴出しカルデラを形成した(国府谷ほか 1964、和田ほか 2009)。カルデラ地形は現在明瞭に残っていないが、幌加湧別層が円形に分布する「幌加湧別堆積盆」(国府谷ほか 1964、岡 1986)はブーゲ重力異常の領域と一致し、この盆地がもともとカルデラであった可能性が高いことが指摘された(Yamamoto 2004)。これは直径 5km 程度の「幌加湧別カルデラ」と命

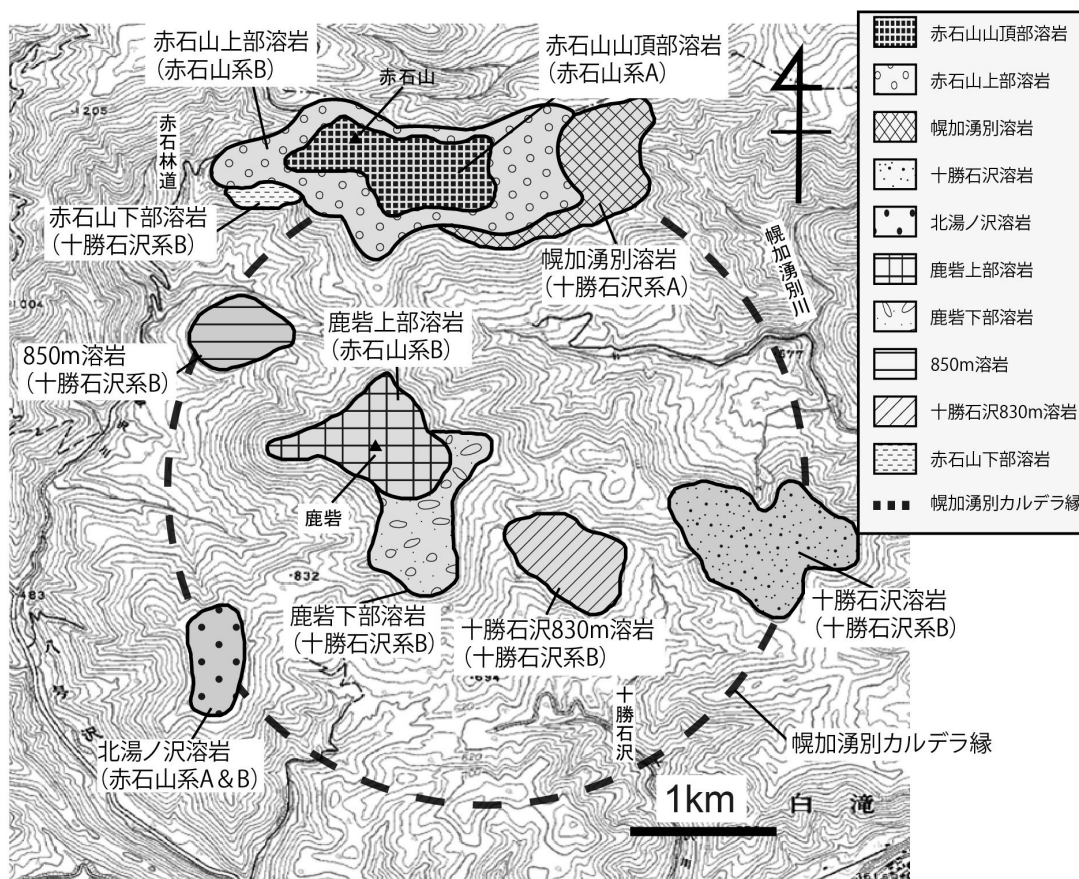


図6 白滝黒曜石流紋岩溶岩群の分布図
溶岩名称の下括弧内には黒曜石ガラスの組成分類を示した。

名された（和田ほか 2009）。ただし、このカルデラの形成年代は不明であり、大規模火砕流もはっきりと同定されていない。

幌加湧別カルデラ生成後に、無斑晶の流紋岩マグマがカルデラ内で活動し、爆発的な噴火によって大量の火砕物（黒曜石破片を含む）を湖成堆積物として厚く堆積させた（これらは国府谷ほか 1964 の「幌加湧別層」に相当する）。その後、流紋岩溶岩も噴出したが、湖水との反応によって溶岩の多くは自破碎した。

カルデラ湖はこれらの火山噴出物に埋められ、その後の火山活動はすべて陸域における溶岩噴火に移行した。幌加湧別カルデラ内あるいはカルデラ壁で、溶岩外皮に黒曜石層を作った無斑晶流紋岩溶岩が多数噴出した。これらは白滝黒曜石流紋岩溶岩群と呼称され（和田 2010、和田・佐野 2010）、10 個の溶岩ユニットが識別される（表 2・図 6）。それらは赤石山山頂部溶岩・赤石山山頂部溶岩・幌加湧別溶岩・十勝石沢溶岩・北湯ノ沢溶岩・鹿砦上部溶岩・鹿砦下部溶岩・850m 溶岩・十勝石沢 830m 溶岩・赤石山下部溶岩である。

3. 白滝黒曜石流紋岩溶岩群の地質と黒曜石試料

白滝黒曜石 4 試料について K-Ar 年代測定を行った結果（蒜山地質年代学研究所（株）による測定；和田ほか 2009、和田 2010）、黒曜石を形成した流紋岩マグマは約 220 万年前の噴出年代に収斂する（表 3）。白滝黒曜石流紋岩マグマの噴出以降、この地域では火山活動は起こっていない。また白滝黒曜石流紋岩溶岩群の溶岩はそれぞれ独立した溶岩地形からなり、成層火山を形作っていない（図 7）。

表 3 白滝黒曜石の K-Ar 年代

試料No.	試料(溶岩)	カリウム含有量(wt.%)	放射性起源 ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 ⁴⁰ Ar (%)
07917R2-02	黒曜石 (赤石山上部溶岩)	3.848±0.077	33.44±0.43	2.24±0.05	13.2
08IK-2	黒曜石 (幌加湧別溶岩)	3.817±0.076	33.45±0.71	2.26±0.07	47.1
08101301-2	黒曜石 (十勝石沢溶岩)	3.749±0.075	31.90±1.40	2.20±0.11	71.3
0961702E	黒曜石 (鹿砦下部溶岩)	3.848±0.077	31.55±0.37	2.11±0.05	15.4

壊変定数は、Steiger & Jager (1977)の $\lambda_e=0.581\times 10^{-10}/\text{year}$ 、 $\lambda_\beta=4.962\times 10^{-10}/\text{year}$ 、 $^{40}\text{K}/\text{K}=1.167\times 10^{-4}$ を使用した。

したがって白滝黒曜石を形成した流紋岩溶岩群は約 220 万年前の一時期に活動した単成火山群であったと考えられる。以下、それぞれの溶岩について記載する。

(1) 赤石山下部溶岩：赤石山南側の球瀬沢林道では後カルデラ火砕堆積物を覆って溶岩崩壊堆積物がみられる。この堆積物の中に黒曜石の岩塊・破片が含まれる。これらはもともと赤石山下部溶岩の崩落によって二次的に堆積したものと判断される。赤石山下部溶岩そのものの露頭は確認していない。この溶岩の黒曜石試料は溶岩崩壊堆積物中の黒曜石礫である。これらの黒曜石礫は岩石組織や化学組成が一致するため同質である。

(2) 十勝石沢 830m 溶岩：鹿砦（1181m 峰）の南東方斜面の平坦面をつくる。南側に流紋岩層の露頭がある。その一部は黒曜石層でできていると判断される。その露頭の南斜面である十勝石沢最上流において、数 m の大きさの岩塊からやや発泡した黒曜石を採取した。

(3) 850m 溶岩：鹿砦の北西方斜面にドーム状に分布する。山頂（850m）付近に主に流紋岩層部分の露頭がある。崖錐斜面には多数の緻密な黒曜石破片が埋まり、山体上部には緻密な黒曜石層が存在することを示す。この溶岩の黒曜石試料は崖錐堆積物中の黒曜石礫で、これらは岩石組織や化学組成が一致する。

(4) 鹿砦下部溶岩：鹿砦南側の 1091m 峰を中心とする溶岩である。黒曜石層の露頭は未確認である。北湯ノ沢上流と林班沢林道・林班沢上流に黒曜石破片の転石が散在し、溶岩中に緻密な黒曜石層の存在を示唆する。この溶岩の黒曜石試料は転石であるが、岩石組織や化学組成が一致する同質のものを収集した。これらはこの溶岩から供給されたと判断した。

(5) 鹿砦上部溶岩：鹿砦下部溶岩を覆って、鹿砦山頂を中心にドーム状に分布する。黒曜石層の露頭は未確認である。林班沢林道・上流、北湯ノ沢上流に主に黒曜石破片の転石が散在するが、北から南東斜面にはそれらの転石が数少ない。黒曜石層が南西側に発達したか、南西側がより選択的に浸食されて黒曜石破片が二次的に南西側の谷沿いに運ばれたと予想される。この溶岩の黒曜石試料は転石であるが、岩石組織や化学組成が一致する同質のもので、これらはこの溶岩に由来したものと判断した。

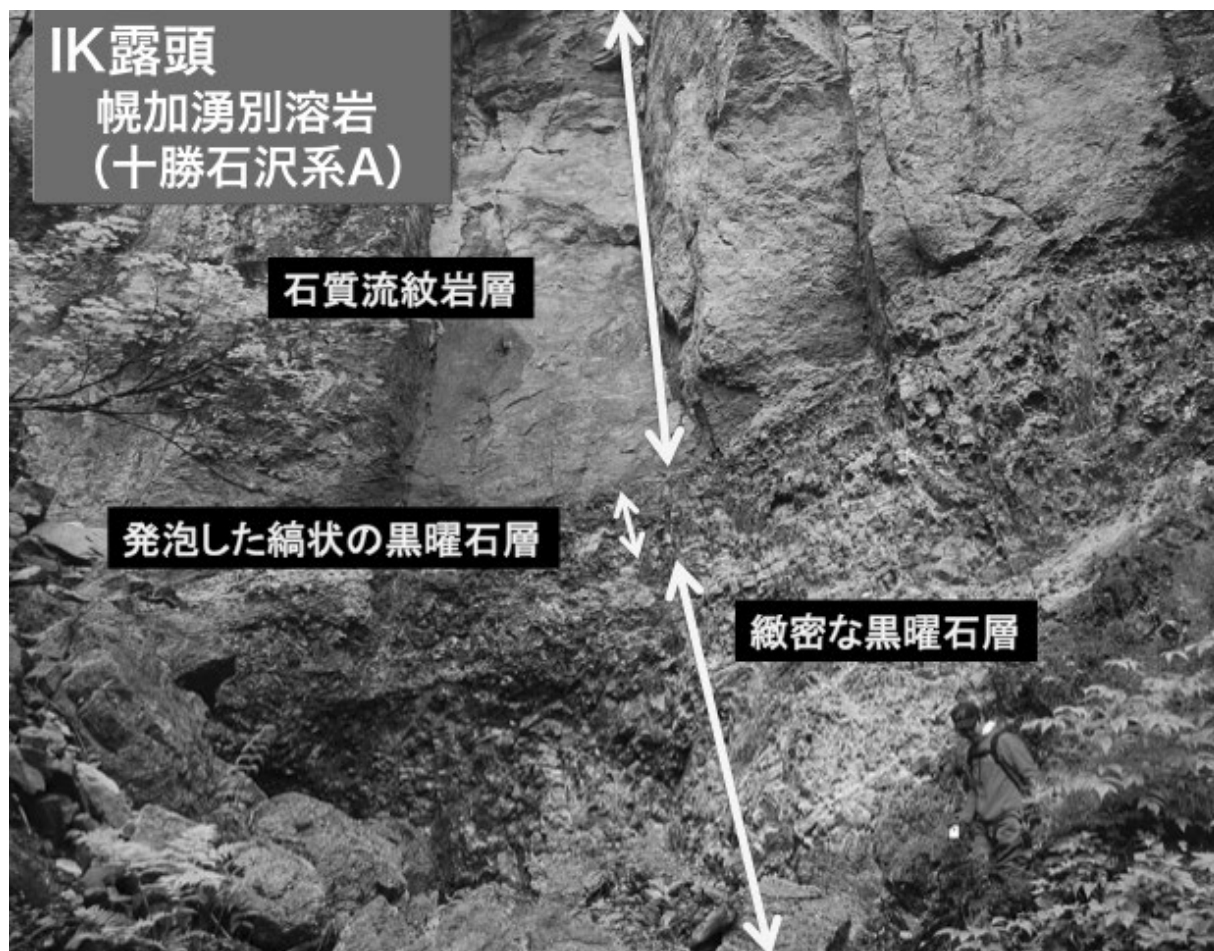


図7 幌加湧別溶岩 IK 露頭の写真（右下に人物）

(6) 北湯ノ沢溶岩：八号沢川と北湯ノ沢川に挟まれた基盤岩分布地域の中で、溶岩は 968m 峰から南に伸びた分布を示す。黒曜石層の露頭は未確認である。北湯ノ沢上流左支流及び林班沢林道に黒曜石破片の転石が散在する。この溶岩の黒曜石試料は転石である。岩石組織や化学組成が一致する同質のものを集めた。これらはこの溶岩から供給されたと判断した。

(7) 十勝石沢溶岩：十勝石沢上流及び白土ノ沢上流の 872m 峰を山頂とする平坦面をつくる。崩壊によって谷筋が大きく露出して溶岩の断面がよく観察できる（十勝石沢露頭と白土ノ沢露頭）。緻密な黒曜石層は十勝石沢露頭では厚さ 7m、白土ノ沢露頭では厚さ 6m である。その上位と下位には発泡した黒曜石（パーライト）層および黒曜石とパーライトが縞状になっている層が発達する。下位層の最下部は赤く酸化している。黒曜石が発達した層の上位には柱状節理が発達した石質の流紋岩がのる。これらは 1 枚の無斑晶流紋岩溶岩の下半断面を構成し、柱状節理の部分は溶岩の内部層を示す。これらの露頭から緻密な黒曜石を直接採取した。

(8) 幌加湧別溶岩：赤石山の東方、幌加湧別川上流に分布する。IK 露頭（名称の由来は豊原 2009 参照）及びあじさいの滝露頭で溶岩の内部構造（下半断面）を観察できる（図 7）。溶岩の最外縁から内部にかけて溶岩破碎部、緻密な黒曜石層、発泡した黒曜石（パーライト）と緻密な黒曜石の縞状部分、柱状節理が発達した流紋岩の岩石質部分が発達する。IK 露頭では緻密な黒曜石層の厚さは 6m 以上、あじさいの滝露頭では 2m 以上である。これらの露頭から緻密な黒曜石試料を採取した。

(9) 赤石山上部溶岩：赤石山一帯を構成する。球瀬沢上流や赤石林道に溶岩断面が露出する（球瀬沢露頭・八号沢露頭）。球瀬沢上流では1枚の流紋岩溶岩の断面がすべて露出し、赤石山山頂部溶岩に直接覆われる（図8）。溶岩の最表層は破碎部であり、その内側に緻密な黒曜石層（上部は厚さ約7m、下部は厚さ約12m）、縞状の発泡した黒曜石層、中央部に節理の発達した流紋岩層が厚く（約90m）発達する。八号沢露頭では赤石山上部溶岩の最先端部が露出する。溶岩の最表層部をもともと構成していた破碎された層は浸食で失われてしまったが、その内部の緻密な黒曜石層は一部残っている（厚さ2m以上）。溶岩末端部の内部断面がよくわかる露頭である。溶岩中には細かい球瀬が連続的に並んで縞状に配列している。これは溶岩の流理構造を表している（和田2011）。これらの露頭から緻密な黒曜石試料を採取した。

(10) 赤石山山頂部溶岩：赤石山の山頂部平坦面や球瀬沢上流域に見られる。赤石山山頂（標高1147m）は多量の黒曜石破片が集積された、かつての採掘跡である〔通称、西アトリエと呼ばれる（木村2005）〕。そこは赤石山山頂部溶岩をつくっていた黒曜石層の一部である。黒曜石は黒々としていて均質なものが多く、白い球瀬が含まれているものもある。一方、東の採掘跡（東アトリエ）で見られる黒曜石には赤く酸化した「花十勝」と呼ばれる破片が多く存在する。溶岩を作っていた発泡質岩石や流紋岩の破片はここでは見られない。球瀬沢上流には緻密な黒曜石層厚く発達して露出する。流紋岩溶岩内部の岩石質の部分がほとんど見られないため、赤石山山頂部溶岩は黒曜石層の比率が高い溶岩であった可能性が高い（図8）。この溶岩の黒曜石試料は露頭や採掘跡の破片からのものである。

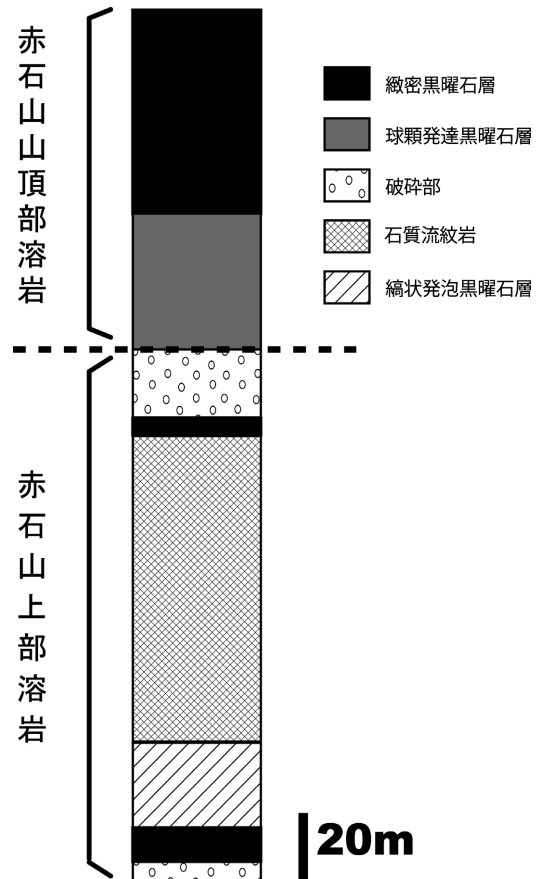


図8 球瀬沢上流域における赤石山上部及び山頂部溶岩の模式柱状図

4. 白滝黒曜石流紋岩溶岩群の地質学的形成場

白滝黒曜石流紋岩溶岩群が分布する北海道北東部地域では鮮新世以降の大規模な火砕流堆積物が広域的に数層分布しており、いくつかのカルデラが形成された。これらは南北方向に走る紋別 - 上士幌地溝帯（八幡1997）の中に概ねあり、白滝を始め他の黒曜石産地（紋別・遠軽・生田原・留辺蘂・置戸・十勝三股）もこの地溝帯の中にある（図9）。紋別 - 上士幌地溝帯の形成は東西方向の引張応力によって生成されたと考えられるので、白滝黒曜石の形成は約220万年前におこった引っ張り場における単成火山群の活動として捉えられる（Wada 2009、和田2011）。

北海道では約500万年前から200万年前は引張応力場であって、滝川 - 増毛地域や知床半島南部でも単成火山群の活動があったことが推定されている（広瀬・中川1999など）。年代や噴出量は異なるが、ニュージーランド北島におけるタウポ火山帯はカルデラが多数形成されたことと黒曜石を生じた流紋岩マグマと玄武岩マグマによるバイモーダル火山活動とで特徴づけられ（Cole 1990など）、これらも

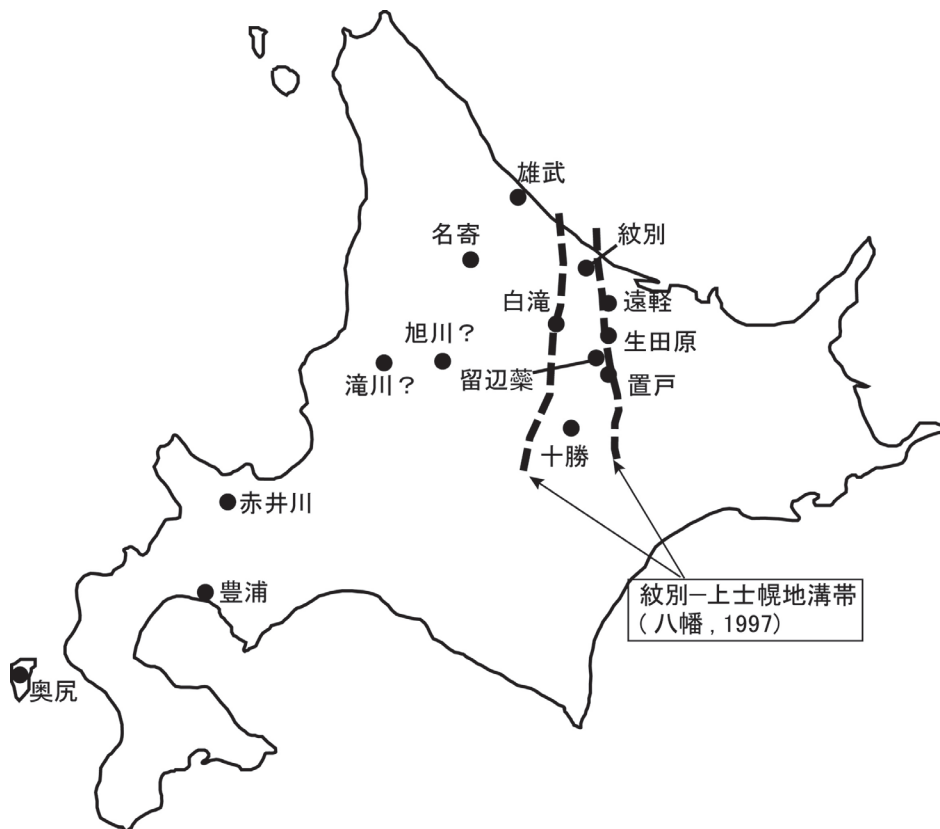


図9 北海道北東部の黒曜石原産地密集地域と紋別—上士幌地溝帯との関係

引っ張り応力による地溝帯形成に関係してできたことは、白滝を含む紋別 - 上士幌地溝帯での火山活動と類似している。

引っぱり応力場では、地殻浅所に正断層群など割れ目ができやすくなる。地殻深所から上昇してきた玄武岩マグマと流紋岩マグマは、応力効果による浮力の維持でマグマ溜まりを作らずにそのまま地表まで上昇しやすくなるであろう。その結果、流紋岩マグマも温度降下と高粘性に打ち勝って割れ目帯から複数の火道を通して地表に噴出しやすくなり、単成火山群が形成されることになる。今後、より定量的な考察が必要となろう。

5. 白滝黒曜石の肉眼的及び顕微鏡下における特徴

白滝黒曜石は漆黒状（時に酸化して赤褐色）で、その手触りはつややかな光沢状のものと、ややざらざらした梨肌状のものがある（木村 2005 など）。ここではそれらを光沢状タイプと梨肌状タイプと呼ぶ（図 10）。白滝黒曜石は無斑晶質でほとんど火山ガラスからなるが、鉍物を微量含む。斑晶鉍物（径 $>200\mu\text{m}$ ）として斜長石が含まれることがまれにある。梨肌状タイプの黒曜石には斜長石斑晶が 1 枚の薄片（2 cm x 4 cm 程度）中に 0 ~ 2 個の割合で含まれることがある。光沢状タイプの黒曜石には斜長石斑晶は含まれない。黒曜石中には径 $<200\mu\text{m}$ の微小な鉍物が含まれる（図 10）。これらはマイクロライトと呼ばれる。マイクロライトには径 $<200\mu\text{m}$ の斜長石、径 $<70\mu\text{m}$ の磁鉄鉍、径 $<10\mu\text{m}$ の黒雲母がある。梨肌状タイプの黒曜石には径 20-200 μm の斜長石マイクロライトが普通に含まれる特徴をもつ（図 10）。これらの粗粒な斜長石マイクロライトを含んでいることが梨肌状の性質を示す原因である。黒雲母は十勝石沢溶岩の黒曜石にのみ認められる。光沢状タイプの黒曜石には粗粒な斜長石マイクロライト（径 20-200 μm ）は含まれていない。径 <10 数 μm の斜長石マイクロライトはどの黒曜石にも存在する。

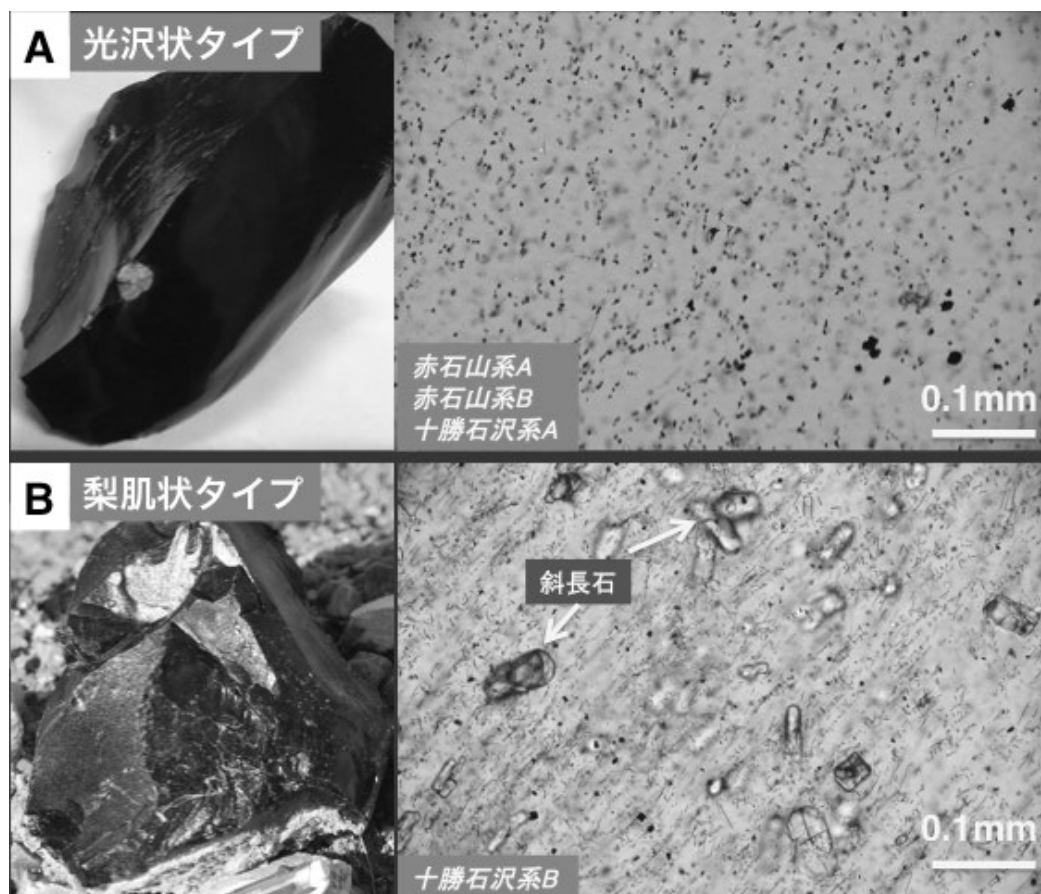


図 10 光沢状黒曜石 (A) と梨肌状黒曜石 (B) の標本写真と偏光顕微鏡写真

光沢状タイプの黒曜石が産するのは、赤石山山頂部・赤石山上部・幌加湧別・北湯ノ沢・鹿砦上部の各溶岩である。梨肌状タイプの黒曜石は、十勝石沢・鹿砦下部・850m・十勝石沢 830m・赤石山下部の各溶岩である。

6. 白滝黒曜石の全岩化学組成

白滝黒曜石がどのような化学組成をもつのか、その基準になる標準化学組成を決めておくことは原産地推定を行う上で重要である。岩石学では、火山岩は組成の異なる複数種類の鉱物とガラスから構成されるためマクロスケールでは不均質なので、火山岩を粉末状に粉碎して試料の均質化を計って化学分析することで、その火山岩の全岩化学組成とし、それが噴出時のマグマの化学組成を表す（揮発性成分を除く）としている。白滝黒曜石も、岩石の大半が均質なガラスからできているとしても、少量の鉱物が含まれているので、全岩化学分析を行って白滝黒曜石の全岩化学組成を求めることが必要である。それが白滝黒曜石を形成した真の流紋岩マグマの化学組成であり、標準化学組成と言うことができる。

緻密な白滝黒曜石の 29 試料を粉碎して粉末試料を作成し、北海道大学理学部地球惑星科学教室において、黒曜石粉末と溶融剤 ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ と LiBO_2) を 1 : 2 の割合で希釈し、高温溶融後に急冷させて均質なガラスビードを作成した。そして蛍光 X 線分析装置 (PANalytical 社製 Magix PRO) でガラスビード 29 試料を測定し、全岩化学組成（主成分の 10 元素及び微量成分の 18 元素）を得た。これらの測定方法は上記教室においてルーチン化されている。今回の分析結果を表 4 に示す。なお、分析試料の灼熱減量は 0.74wt.% 以下である。

表 4 白滝黒曜石の全岩化学組成（蛍光 X 線分析法による）

FeO* は全鉄を FeO とした値を示す

サン プル No.	0710210 5-1	0810120 3-3P	0810180 5/Ob-1	0810180 5/Ob-3	0973104- B	0961702- E	0961702- F	0983008	0910310 6-A	0991701- A	0991702- A	0992305- A	0791703 R-2/O-2	0791703 R-2/O-3	0962802- B
溶岩	赤石山 下部	赤石山 下部	850m	850m	850m	鹿岩下 部	鹿岩上 部	鹿岩上 部	鹿岩上 部	北湯ノ沢	北湯ノ沢	十勝石 沢	十勝石 沢	十勝石 沢	十勝石 沢
黒曜石 組成	十勝石 沢系	十勝石 沢系	十勝石 沢系	十勝石 沢系	十勝石 沢系	十勝石 沢系	赤石山 系	赤石山 系	赤石山 系	赤石山 系	赤石山 系	赤石山 系	十勝石 沢系	十勝石 沢系	十勝石 沢系
SiO ₂	77.72	78.05	77.72	76.39	77.29	77.81	78.51	77.90	77.28	77.70	77.87	77.80	77.88	78.11	77.29
TiO ₂	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Al ₂ O ₃	13.10	13.15	13.11	12.91	13.05	13.11	13.14	13.02	12.92	12.99	12.99	13.10	13.16	13.19	13.01
FeO*	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	1.02	1.03	1.02	1.02	1.03	0.97	0.98	0.98	0.97
MnO	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
MgO	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04
CaO	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.46	0.47	0.47	0.47
Na ₂ O	4.07	4.07	4.08	4.06	4.06	4.06	3.97	3.98	3.96	3.94	3.95	4.07	4.07	4.09	4.01
K ₂ O	4.64	4.65	4.63	4.66	4.62	4.61	4.56	4.56	4.57	4.58	4.58	4.60	4.63	4.64	4.67
P ₂ O ₅	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
total	101.11	101.50	101.12	99.61	100.58	101.15	101.87	101.16	100.43	100.91	101.09	101.13	101.32	101.59	100.54
Sc	3.1	5.9	4.4	4.0	3.3	3.8	5.4	2.9	3.4	2.9	3.8	5.6	3.8	3.1	4.2
V	5.5	6.2	6.6	3.3	4.1	3.3	7.7	5.4	7.2	4.7	7.1	3.8	7.9	7.0	5.7
Cr	2.5	3.0	3.8	4.4	1.8	0.9	2.2	1.2	1.1	1.8	2.2	2.6	2.4	2.9	2.0
Co	1.0	0.8	1.3	1.4	1.2	0.3	1.0	0.6	0.5	0.7	0.6	0.9	0.7	0.8	1.1
Ni	1.1	0.8	1.0	2.1	1.0	0.9	0.7	0.2	0.8	0.9	0.8	0.7	1.0	1.1	0.7
Cu	2.3	3.2	2.1	1.4	1.0	1.9	2.9	3.0	2.0	2.1	4.3	0.6	2.8	3.5	2.0
Rb	189.8	188.7	187.1	181.9	189.5	190.0	163.3	163.1	163.5	164.3	163.4	190.0	189.0	190.7	189.1
Zn	33.4	33.6	33.9	32.0	35.4	34.1	36.8	36.3	35.9	35.6	38.1	34.7	34.3	34.5	35.0
Sr	14.0	12.8	12.6	13.7	11.8	12.2	31.0	30.8	30.8	31.3	31.5	12.4	13.3	13.7	13.1
Y	34.6	33.6	33.7	33.7	34.7	33.7	28.6	28.8	29.7	29.1	29.0	33.9	35.0	34.1	35.1
Zr	63.5	64.4	63.0	63.0	64.0	63.7	72.9	73.4	72.2	72.4	72.3	64.8	64.2	63.5	65.3
Nb	8.7	8.6	8.1	8.3	8.2	8.2	7.0	6.8	6.9	6.9	7.3	8.8	8.4	8.5	8.6
Ba	195.6	194.3	197.9	209.4	184.0	181.4	919.2	932.9	925.1	933.6	926.2	182.8	190.9	191.4	205.5
Pb	17.9	19.0	18.3	17.8	17.7	18.6	18.0	19.0	18.0	17.3	17.0	18.5	18.6	18.9	18.5
Th	10.0	11.6	10.4	9.6	11.1	10.8	12.0	12.3	12.0	11.7	12.0	10.5	10.7	10.2	11.4
Ga	16.7	15.4	17.3	15.6	17.2	16.4	17.6	15.0	15.3	15.0	15.9	18.3	17.2	16.5	16.6
La	18.2	17.9	14.0	13.3	11.5	6.4	17.0	19.4	20.6	23.2	20.4	15.3	14.0	15.0	10.7
Ce	30.8	31.8	32.7	32.6	31.8	32.7	43.1	40.1	42.4	41.6	43.0	34.1	31.9	33.6	35.4

サン プル No.	08JUNE -1	08JUNE -2	0810190 1A1	0810190 1A2	0870901 A	0763008 A	0810130 1-2	0810130 2	0870902	0810130 6A	0910310 1-A	0810130 3	0810130 4B	0910310 2-H
溶岩	幌加湧 別	幌加湧 別	幌加湧 別	幌加湧 別	赤石山 上部	赤石山 上部	赤石山 上部	赤石山 上部	赤石山 山頂部	赤石山 山頂部	赤石山 山頂部	赤石山 山頂部	赤石山 山頂部	赤石山 山頂部
黒曜石 組成	十勝石 沢系	十勝石 沢系	十勝石 沢系	十勝石 沢系	赤石山 系	赤石山 系	赤石山 系	赤石山 系	赤石山 系	赤石山 系	赤石山 系	赤石山 系	赤石山 系	赤石山 系
SiO ₂	78.02	77.66	77.93	77.96	77.49	76.78	76.75	77.57	76.40	77.62	77.66	77.86	77.23	77.62
TiO ₂	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03
Al ₂ O ₃	13.15	13.13	13.16	13.14	12.97	12.88	12.85	13.00	12.81	13.01	12.98	13.04	12.97	13.02
FeO*	0.98	0.98	0.98	0.98	1.04	1.05	1.04	1.03	1.04	1.04	1.02	1.03	1.03	1.03
MnO	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
MgO	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
CaO	0.47	0.47	0.47	0.47	0.55	0.55	0.55	0.55	0.56	0.55	0.54	0.55	0.55	0.54
Na ₂ O	4.08	4.08	4.09	4.09	3.99	4.00	4.00	3.92	4.01	3.99	3.95	3.99	3.99	3.97
K ₂ O	4.63	4.66	4.64	4.63	4.60	4.62	4.60	4.69	4.61	4.59	4.56	4.60	4.58	4.55
P ₂ O ₅	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
total	101.46	101.10	101.39	101.39	100.77	100.02	99.94	100.91	99.57	100.94	100.85	101.21	100.49	100.87
Sc	3.8	2.7	2.5	3.3	3.6	1.4	2.8	4.4	3.1	2.9	4.3	2.8	3.2	4.5
V	6.1	8.1	7.5	7.0	6.0	6.4	4.7	5.6	4.4	4.9	5.9	6.1	4.8	7.3
Cr	2.3	2.9	3.1	2.4	1.9	3.7	2.6	1.6	1.6	1.6	1.3	2.7	1.4	1.8
Co	1.1	1.1	1.3	1.1	1.3	1.0	1.7	0.9	1.2	1.0	1.1	0.9	1.8	0.7
Ni	0.9	1.0	1.1	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	0.9	1.2	0.7	1.0	1.2	1.2
Cu	3.2	2.4	2.3	3.1	3.2	4.2	2.5	3.2	2.0	2.6	2.2	3.4	2.9	2.4
Rb	188.5	188.9	188.2	189.7	163.3	161.3	159.4	161.7	160.9	161.4	162.1	162.6	161.1	163.3
Zn	34.2	34.2	35.2	34.5	37.6	36.1	35.4	35.0	35.8	36.8	37.5	35.6	38.2	33.0
Sr	13.7	13.7	13.8	14.0	31.3	31.0	31.2	31.1	31.1	31.4	31.4	31.4	31.0	30.6
Y	34.2	34.3	33.8	33.7	29.3	29.1	28.8	28.9	29.7	28.8	29.0	28.5	29.0	28.7
Zr	63.9	63.7	65.0	64.1	72.3	72.1	72.8	71.1	71.5	72.0	72.4	71.8	72.2	72.8
Nb	8.5	8.4	8.5	8.7	7.1	6.8	7.0	6.9	7.0	7.1	6.9	7.1	7.0	6.6
Ba	216.0	216.7	217.9	227.1	949.3	965.3	965.9	949.8	962.3	950.7	930.5	945.3	957.0	924.6
Pb	17.5	17.7	17.1	18.2	18.2	18.0	18.4	17.2	18.0	17.6	18.1	18.8	17.7	17.4
Th	11.0	11.3	11.4	11.5	12.0	11.4	11.2	12.3	11.8	11.6	12.5	11.9	12.8	14.2
Ga	17.8	18.0	17.8	17.2	16.0	15.5	15.5	15.7	15.5	15.6	16.4	15.6	15.2	16.9
La	18.3	15.9	13.7	16.5	25.3	20.7	21.5	22.8	24.2	20.2	16.3	21.6	23.2	20.0
Ce	32.8	32.9	34.2	30.9	45.0	45.9	43.2	41.3	43.4	45.1	42.2	43.8	44.1	42.2

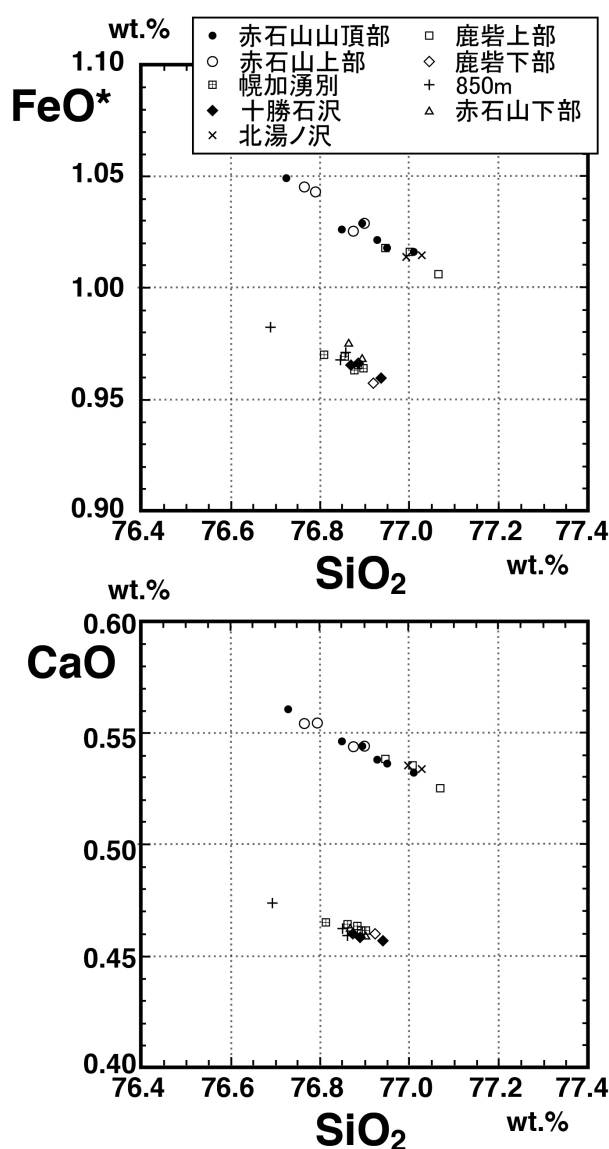


図 11 白滝黒曜石の主成分組成図
(SiO₂-FeO* 図、SiO₂-CaO 図)

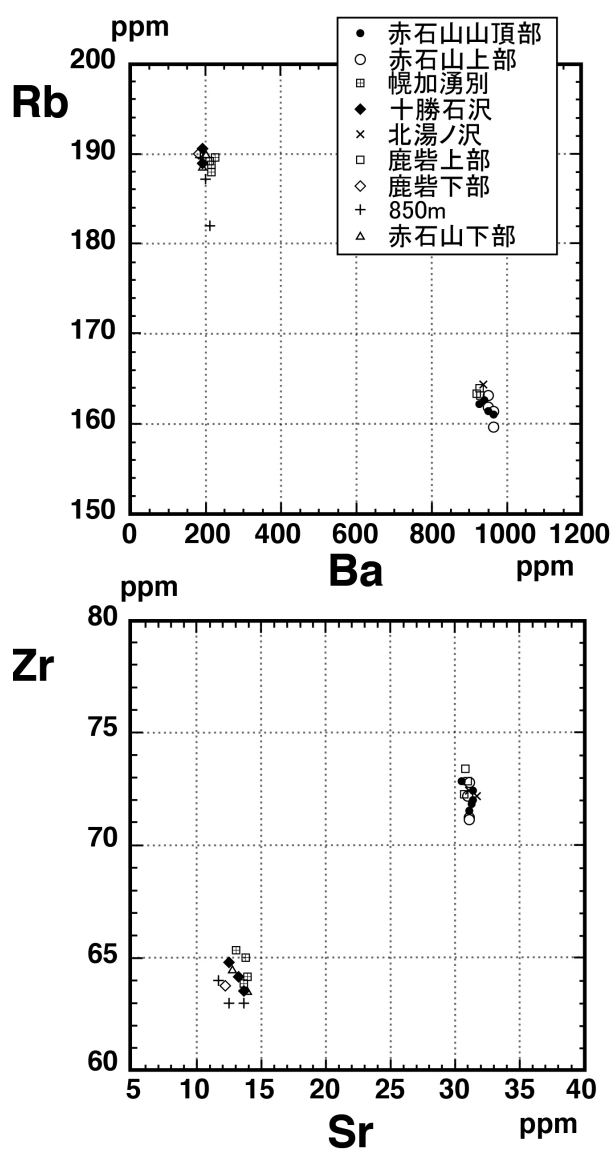


図 12 白滝黒曜石の微量元素組成図
(Ba-Rb 図、Sr-Zr 図)

主成分元素の測定値の合計重量%をそれぞれ 100 重量 % に換算して、各種の散布図を作成した。主成分においても微量元素においても、白滝黒曜石は 2 つの組成グループ（赤石山系・十勝石沢系と呼称する；出穂ほか 2008、明治大学古文化財研究所 2009 で使用された名称になった）に明瞭に分かれる。主成分元素のうち、とくに FeO*、MnO、MgO、CaO が明瞭に異なる（表 4・図 11）。赤石山系黒曜石は、十勝石沢系黒曜石に較べて FeO*、MgO、CaO が高く、MnO が低い。微量元素では、Ba、Rb、Zr、Sr、La、Ce の含有量に違いが顕著である。赤石山系黒曜石は、十勝石沢系黒曜石に較べて Ba、Sr、Zr、La、Ce が高く、Rb が低い（表 4・図 12）。

赤石山系の化学組成を示す溶岩グループは、赤石山山頂部溶岩・赤石山上部溶岩・北湯ノ沢溶岩・鹿砦上部溶岩である。赤石山山頂部溶岩と赤石山上部溶岩の黒曜石の方が北湯ノ沢溶岩と鹿砦上部溶岩の黒曜石よりも SiO₂ 量がやや低い（図 11）。一方、十勝石沢系の化学組成を示す溶岩グループは、幌加湧別溶岩・十勝石沢溶岩・鹿砦下部溶岩・850m 溶岩・十勝石沢 830m 溶岩・赤石山下部溶岩で

ある。赤石山系は光沢状タイプに、十勝石沢系は梨肌状タイプに対応するが、幌加湧別溶岩だけは例外で、光沢状タイプだが全岩化学組成は十勝石沢系に属する。このことは、白滝産黒曜石の産地推定において、光沢状だからといって、それが赤石山系だとすべて判断できないことを示す。

7. 白滝黒曜石ガラスの化学組成

白滝黒曜石は 98-99% 以上が火山ガラスからなり、そのガラス組成はほぼ均質である。そのため、ガラスの化学組成は黒曜石の全岩化学組成に近似しており、ガラス転移温度で固化する直前の液体マグマの化学組成を代表していると考えることができる。しかし、黒曜石には斜長石や磁鉄鉱の微小マイクロライト (< 径 10 μ m) が散在するため、分析するときにはマイクロライトを避けて、ガラス領域だけを注意深く分析点に決めて測定する必要がある。

黒曜石ガラスの分析は北海道教育大学旭川校の波長分散型電子プローブマイクロアナライザー (EPMA: 日本電子社製 JEOL-JXA8600) で、加速電圧 15 kV、電流値 0.8×10^{-8} A、測定領域を径 10 μ m 平方で行った。測定元素は、SiO₂、TiO₂、Al₂O₃、FeO*、MnO、MgO、CaO、Na₂O、K₂O、Cl である。試料の前処理、測定方法、分析精度については和田ほか 2003 に示されている。

白滝黒曜石の火山ガラスの分析結果を表 5 に示す。それぞれの黒曜石 1 試料につき 12 ~ 28 点 (異なる分析箇所) を測定し、その平均値をとった。酸化物の重量%のトータル値は 94.9wt.% ~ 101.4 wt.% の範囲にある (表 5)。酸化物重量%のトータルを 100% に再計算し、化学分析値を比較した。TiO₂/K₂O 比を縦軸に CaO/Al₂O₃ 比を横軸にとった図 (北海道産黒曜石原産地ダイアグラム; 和田・向井 2007) にプロットして白滝黒曜石の火山ガラス組成の特徴を読み取った (図 13)。白滝黒曜石はガラス組成でも、十勝石沢系 (CaO/Al₂O₃ 比が低く、TiO₂/K₂O 比がやや低い) と赤石山系 (CaO/Al₂O₃ 比が高く、TiO₂/K₂O 比がやや高い) とに明瞭に区分される (図 13)。十勝石沢系の黒曜石ガラス組成領域において、幌加湧別溶岩の黒曜石 (光沢状) は十勝石沢溶岩の黒曜石 (梨肌状) よりも CaO/Al₂O₃ 比が高いことでこれらは明瞭に区別できる (図 13)。

FeO* (全鉄 FeO) と CaO 図では、両系列がさらにそれぞれ 2 つの組成グループに識別可能で、4 つの組成領域に分かれる (図 14)。しかし 4 つの組成グループの境界はシャープではなく、組成領域の重なりがある。そのため組成境界にプロットされる試料の判別には注意が必要である。

十勝石沢系の黒曜石ガラス組成では、CaO がおよそ 0.44wt% 以上で FeO* が 0.7 wt% 以下の組成グループを十勝石沢系 A と呼称する。十勝石沢系 A は幌加湧別溶岩の黒曜石に相当する。CaO が 0.39 ~ 0.47wt%、FeO* がおよそ 0.65wt% 以上の組成グループを十勝石沢系 B と呼称する。十勝石沢系 B に属するのは、十勝石沢溶岩・鹿砦下部溶岩・850m 溶岩・十勝石沢 830m 溶岩・赤石山下部溶岩の黒曜石でこれらは梨肌状タイプである。十勝石沢溶岩の黒曜石ガラスに比べ、赤石山下部溶岩の黒曜石ガラスは FeO* と CaO がやや高い。

一方、赤石山系黒曜石ガラスでは、十勝石沢系黒曜石ガラスよりも CaO が高く、CaO 量は 0.5 wt% 以上である。FeO* がおよそ 0.53wt% 以上の組成グループ (赤石山系 B) と FeO* がおよそ 0.6wt% 以下の組成グループ (赤石山系 A) に分けられる。赤石山系 A の組成領域には赤石山山頂部溶岩の黒曜石と北湯ノ沢溶岩の黒曜石の一部が入る。赤石山系 B の組成領域には赤石山上部溶岩・鹿砦上部溶岩・北湯ノ沢溶岩の黒曜石が入る。また赤石山系 A は赤石山系 B に比べ、SiO₂ 量がやや高い (表 5)。

8. 磁鉄鉱微結晶と全岩及びガラス化学組成との関係

白滝黒曜石の全岩化学組成と黒曜石ガラスの化学組成とを比べると、FeO* 量だけは大きく異なる。赤石山系黒曜石の全岩 FeO* 量は 1.0 ~ 1.05wt% だが、ガラス FeO* 量は赤石山系 A が 0.2 ~ 0.6wt%、

表 5-1 白滝黒曜石ガラスの化学組成 (EPMA 分析法による)
 元素組成はトータルを 100% 換算した値を示す

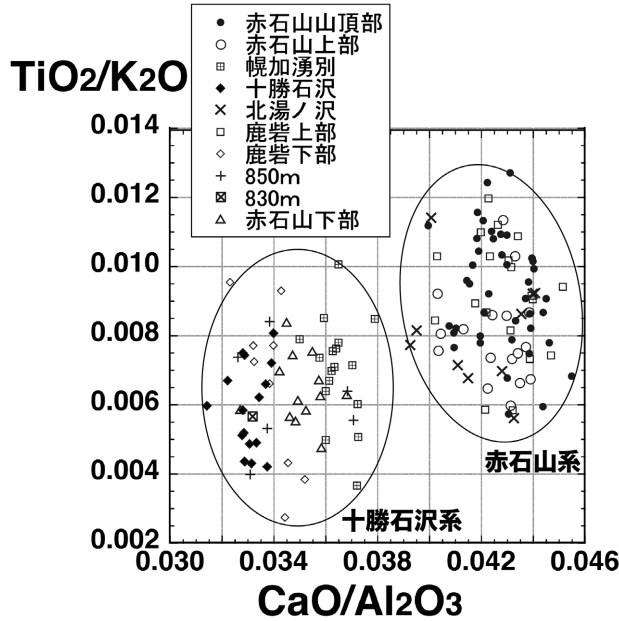
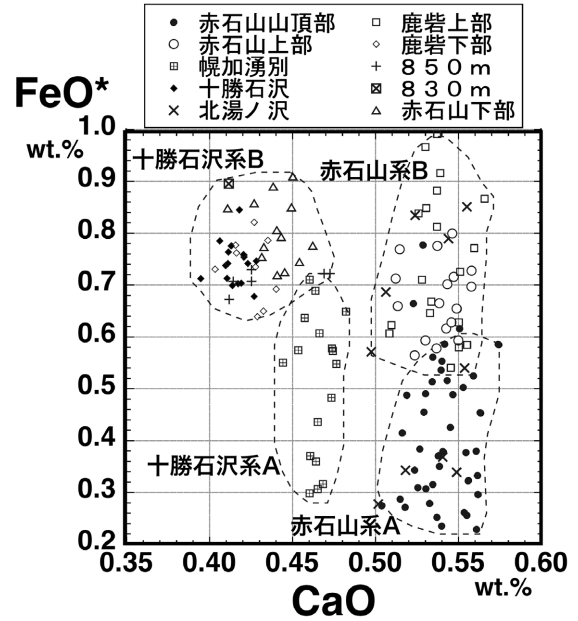
サンプルNo.	溶岩ユニット	産状	測定数	total (wt.%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl
08101203-2	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	21	99.95	77.77	0.04	12.55	0.77	0.07	0.01	0.43	3.60	4.68	0.08
08101203-3R	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	20	99.87	77.85	0.03	12.58	0.79	0.07	0.01	0.44	3.62	4.53	0.07
08101203-3P	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	22	100.06	77.55	0.03	12.56	0.89	0.07	0.02	0.44	3.82	4.55	0.08
08101203-3-QBS-1	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	22	98.67	77.75	0.03	12.73	0.72	0.06	0.02	0.44	3.61	4.55	0.09
08101203-3-QBS-2	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	21	98.52	77.66	0.03	12.65	0.81	0.06	0.02	0.44	3.65	4.61	0.08
08101203-3-QBS-3	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	22	99.63	77.88	0.03	12.58	0.85	0.05	0.01	0.41	3.61	4.48	0.10
0770101D1-A	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	18	100.86	77.32	0.03	12.70	0.91	0.08	0.02	0.45	4.01	4.39	0.08
0770101D1-B	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	18	101.16	77.18	0.02	12.68	0.74	0.07	0.02	0.45	4.31	4.44	0.09
07102105-1	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	17	100.89	77.77	0.03	12.56	0.77	0.08	0.02	0.46	3.80	4.43	0.08
07102103	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	18	100.95	77.69	0.03	12.55	0.85	0.06	0.01	0.45	3.68	4.59	0.08
0980103-A	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	15	100.05	77.63	0.03	12.47	0.86	0.05	0.01	0.43	3.82	4.60	0.09
0980103-B	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	15	100.27	77.80	0.03	12.43	0.75	0.07	0.02	0.43	3.87	4.50	0.09
0980103-C	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球顆の沢林道	15	100.56	77.72	0.03	12.47	0.72	0.06	0.01	0.45	3.89	4.55	0.10
0892805B	十勝石沢830m溶岩	十勝石沢上流830m峰南露頭	20	94.96	78.06	0.03	12.41	0.90	0.06	0.02	0.41	3.22	4.81	0.07
08101805-OB-1	850m溶岩	崖壁堆積物中の礫	22	100.39	77.82	0.03	12.63	0.67	0.07	0.01	0.41	3.73	4.54	0.08
08101805-OB-2	850m溶岩	崖壁堆積物中の礫	22	100.18	77.61	0.03	12.74	0.72	0.05	0.01	0.47	3.82	4.46	0.09
08101805-OB-3	850m溶岩	崖壁堆積物中の礫	22	99.89	77.56	0.03	12.75	0.72	0.06	0.01	0.47	3.78	4.53	0.09
0973104-A	850m溶岩	崖壁堆積物中の礫	15	100.32	77.69	0.04	12.57	0.71	0.06	0.02	0.43	3.78	4.62	0.09
0973104-B	850m溶岩	崖壁堆積物中の礫	15	100.42	77.63	0.02	12.60	0.73	0.05	0.01	0.43	3.88	4.57	0.08
0973104-C	850m溶岩	崖壁堆積物中の礫	15	100.46	77.68	0.02	12.53	0.71	0.03	0.01	0.41	3.87	4.66	0.08
0961702A	鹿砦下部溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	99.66	77.74	0.02	12.51	0.69	0.06	0.01	0.44	3.85	4.60	0.08
0961702D	鹿砦下部溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	99.59	77.89	0.02	12.52	0.65	0.05	0.00	0.43	3.84	4.50	0.09
0961702E	鹿砦下部溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	99.84	77.90	0.04	12.52	0.64	0.05	0.01	0.43	3.79	4.54	0.09
09103109A-1	鹿砦下部溶岩	転礫/78林道林道	14	99.44	77.99	0.04	12.49	0.73	0.06	0.01	0.40	3.62	4.52	0.13
09103109A-2	鹿砦下部溶岩	転礫/78林道林道	14	97.90	77.62	0.03	12.65	0.73	0.06	0.02	0.43	3.68	4.64	0.14
09103109A-3	鹿砦下部溶岩	転礫/78林道林道	14	99.97	77.74	0.04	12.52	0.78	0.06	0.01	0.42	3.73	4.60	0.12
09103109A-4	鹿砦下部溶岩	転礫/78林道林道	14	99.19	77.43	0.01	12.65	0.78	0.06	0.01	0.44	3.84	4.67	0.11
09103109A-5	鹿砦下部溶岩	転礫/78林道林道	13	100.82	77.67	0.03	12.53	0.76	0.07	0.01	0.42	3.91	4.51	0.10
09103109A-6	鹿砦下部溶岩	転礫/78林道林道	14	99.26	77.58	0.04	12.57	0.82	0.05	0.02	0.43	3.74	4.63	0.13
0961702B	鹿砦上部溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	99.93	77.74	0.03	12.53	0.77	0.05	0.02	0.56	3.65	4.54	0.11
0961702C	鹿砦上部溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	100.01	77.61	0.04	12.54	0.87	0.05	0.01	0.57	3.71	4.50	0.10
0961702F	鹿砦上部溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	99.56	77.92	0.04	12.53	0.72	0.04	0.01	0.55	3.63	4.44	0.11
0961702G	鹿砦上部溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	99.81	77.79	0.03	12.56	0.63	0.04	0.01	0.55	3.79	4.50	0.10
0961702H	鹿砦上部溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	100.30	77.46	0.05	12.59	0.88	0.06	0.01	0.54	3.72	4.59	0.10
09103106-A	鹿砦上部溶岩	転礫/78林道林道	15	98.67	77.72	0.04	12.63	0.65	0.06	0.01	0.53	3.71	4.55	0.11
0983008-8	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	15	99.88	77.51	0.04	12.50	0.91	0.08	0.02	0.54	3.79	4.47	0.13
0983008-9	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	15	99.46	77.29	0.05	12.53	0.97	0.06	0.03	0.53	3.89	4.54	0.12
0983008-12	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	100.09	77.73	0.04	12.45	0.81	0.05	0.01	0.54	3.79	4.46	0.13
0983008-13	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	100.43	77.57	0.05	12.55	0.85	0.05	0.02	0.53	3.80	4.46	0.11
0983008-14	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	15	100.53	77.53	0.03	12.44	0.99	0.04	0.02	0.54	3.81	4.50	0.10
0983007-4	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	99.54	77.76	0.05	12.63	0.60	0.05	0.00	0.51	3.62	4.67	0.10
0983007-7	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	15	99.15	77.59	0.03	12.67	0.67	0.04	0.02	0.53	3.73	4.62	0.11
0983007-8	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	99.51	77.62	0.05	12.58	0.71	0.06	0.01	0.53	3.79	4.55	0.10
0983007-9	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	14	99.92	77.61	0.04	12.65	0.58	0.06	0.01	0.56	3.64	4.75	0.10
0983007-10	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	99.10	77.59	0.04	12.68	0.62	0.03	0.01	0.51	3.78	4.65	0.09
0983007-12	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	99.55	77.47	0.04	12.60	0.84	0.03	0.01	0.53	3.60	4.79	0.10
0983007-17	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	14	98.79	77.57	0.05	12.68	0.58	0.02	0.01	0.55	3.77	4.67	0.10
0983007-18	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	100.43	77.54	0.05	12.68	0.54	0.04	0.00	0.55	3.58	4.89	0.12
0961703A	北湯ノ沢溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	100.26	77.45	0.03	12.58	0.79	0.05	0.01	0.54	3.73	4.71	0.11
0961703B	北湯ノ沢溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	100.14	77.44	0.04	12.62	0.85	0.05	0.01	0.56	3.82	4.50	0.11
0961703C	北湯ノ沢溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	100.43	77.71	0.03	12.63	0.37	0.06	0.02	0.54	3.70	4.86	0.09
0961703D	北湯ノ沢溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	100.07	77.91	0.04	12.61	0.34	0.06	0.02	0.55	3.47	4.90	0.09
0961703E	北湯ノ沢溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	100.70	77.89	0.03	12.61	0.34	0.06	0.02	0.52	3.82	4.63	0.08
0961703F	北湯ノ沢溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	100.58	77.59	0.05	12.57	0.54	0.06	0.02	0.55	3.56	4.97	0.10
0991702-B	北湯ノ沢溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	99.49	77.56	0.03	12.62	0.83	0.05	0.02	0.52	3.32	4.92	0.12
0991702-A	北湯ノ沢溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	99.96	77.69	0.04	12.68	0.57	0.05	0.02	0.50	3.76	4.58	0.12
0991701-A	北湯ノ沢溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	100.13	77.63	0.05	12.64	0.69	0.05	0.02	0.51	3.78	4.52	0.12
0991701-B	北湯ノ沢溶岩	転礫/北湯ノ沢林道上流の沢	15	99.95	78.01	0.04	12.71	0.28	0.06	0.02	0.50	3.68	4.60	0.10
07917R2-O-1	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	18	99.43	77.92	0.03	12.57	0.71	0.05	0.02	0.40	3.82	4.40	0.08
07917R2-O-2	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	16	99.97	77.60	0.02	12.60	0.70	0.06	0.01	0.41	4.01	4.49	0.09
07917R2-O-3	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	18	99.78	77.58	0.03	12.54	0.70	0.06	0.01	0.42	4.05	4.52	0.09
07917R2-O-10	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	16	100.41	77.53	0.03	12.50	0.74	0.06	0.01	0.41	4.10	4.54	0.09
07917R2-O-11	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	19	99.05	77.65	0.03	12.61	0.78	0.05	0.01	0.41	3.85	4.53	0.08
07917R2-O-12	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	18	99.02	77.65	0.02	12.62	0.84	0.06	0.02	0.42	3.84	4.44	0.08
0992305-A	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	15	99.05	77.78	0.03	12.52	0.76	0.08	0.02	0.41	3.72	4.56	0.11
07100708	十勝石沢溶岩	転礫/十勝石沢上流	16	99.41	77.62	0.02	12.70	0.75	0.08	0.01	0.43	3.80	4.52	0.08
07100705G1	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	15	98.88	77.76	0.02	12.63	0.70	0.06	0.02	0.42	3.76	4.53	0.09
07100705G2	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	17	98.81	77.77	0.02	12.61	0.78	0.08	0.02	0.41	3.77	4.46	0.08
07100705G3	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	19	98.68	77.79	0.02	12.63	0.76	0.07	0.02	0.42	3.69	4.52	0.08
0972610-A	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	15	98.90	77.80	0.02	12.50	0.74	0.05	0.01	0.41	3.75	4.61	0.10
0972610-B	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	15	99.09	77.74	0.04	12.56	0.68	0.07	0.02	0.43	3.75	4.63	0.10
0972610-C	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	15	99.46	77.93	0.03	12.48	0.74	0.04	0.01	0.42	3.69	4.55	0.10
0972610-D	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	15	99.51	77.77	0.03	12.49	0.75	0.05	0.02	0.42	3.74	4.63	0.09
0972610-E	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	15	99.51	77.82	0.03	12.52	0.71	0.07	0.01	0.41	3.78	4.56	0.09

II -B: 白滝黒曜石の化学組成と微細組織—原産地推定のための地質・岩石資料—

表 5-2 白滝黒曜石ガラスの化学組成 (EPMA 分析法による)

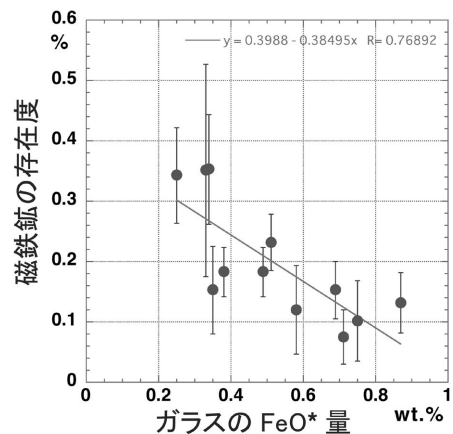
元素組成はトータルを 100% 換算した値を示す

サンプルNo.	溶岩ユニット	産状	測定数	total (wt.%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl
08101203-2	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	21	99.95	77.77	0.04	12.55	0.77	0.07	0.01	0.43	3.60	4.68	0.08
08101203-3R	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	20	99.87	77.85	0.03	12.58	0.79	0.07	0.01	0.44	3.62	4.53	0.07
08101203-3P	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	22	100.06	77.55	0.03	12.56	0.89	0.07	0.02	0.44	3.82	4.55	0.08
08101203-3-QBS-1	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	22	98.67	77.75	0.03	12.73	0.72	0.06	0.02	0.44	3.61	4.55	0.09
08101203-3-QBS-2	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	21	98.52	77.66	0.03	12.65	0.81	0.06	0.02	0.44	3.65	4.61	0.08
08101203-3-QBS-3	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	22	99.63	77.88	0.03	12.58	0.85	0.05	0.01	0.41	3.61	4.48	0.10
0770101D1-A	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	18	100.86	77.32	0.03	12.70	0.91	0.08	0.02	0.45	4.01	4.39	0.08
0770101D1-B	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	18	101.16	77.18	0.02	12.68	0.74	0.07	0.02	0.45	4.31	4.44	0.09
07102105-1	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	17	100.89	77.77	0.03	12.56	0.77	0.08	0.02	0.46	3.80	4.43	0.08
07102103	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	18	100.95	77.69	0.03	12.55	0.85	0.06	0.01	0.45	3.68	4.59	0.08
0980103-A	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	15	100.05	77.63	0.03	12.47	0.86	0.05	0.01	0.43	3.82	4.60	0.09
0980103-B	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	15	100.27	77.80	0.03	12.43	0.75	0.07	0.02	0.43	3.87	4.50	0.09
0980103-C	赤石山下部溶岩	溶岩崩壊堆積物中の礫/球類の沢林道	15	100.56	77.72	0.03	12.47	0.72	0.06	0.01	0.45	3.89	4.55	0.10
0892805B	十勝石沢830m溶岩	十勝石沢上流830m峰南露頭	20	94.96	78.06	0.03	12.41	0.90	0.06	0.02	0.41	3.22	4.81	0.07
08101805-OB-1	850m溶岩	崖壁堆積物中の礫	22	100.39	77.82	0.03	12.63	0.67	0.07	0.01	0.41	3.73	4.54	0.08
08101805-OB-2	850m溶岩	崖壁堆積物中の礫	22	100.18	77.61	0.03	12.74	0.72	0.05	0.01	0.47	3.82	4.46	0.09
08101805-OB-3	850m溶岩	崖壁堆積物中の礫	22	99.89	77.56	0.03	12.75	0.72	0.06	0.01	0.47	3.78	4.53	0.09
0973104-A	850m溶岩	崖壁堆積物中の礫	15	100.32	77.69	0.04	12.57	0.71	0.06	0.02	0.43	3.78	4.62	0.09
0973104-B	850m溶岩	崖壁堆積物中の礫	15	100.42	77.63	0.02	12.60	0.73	0.05	0.01	0.43	3.88	4.57	0.08
0973104-C	850m溶岩	崖壁堆積物中の礫	15	100.46	77.68	0.02	12.53	0.71	0.03	0.01	0.41	3.87	4.66	0.08
0961702A	鹿砦下部溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	99.66	77.74	0.02	12.51	0.69	0.06	0.01	0.44	3.85	4.60	0.08
0961702D	鹿砦下部溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	99.59	77.89	0.02	12.52	0.65	0.05	0.00	0.43	3.84	4.50	0.09
0961702E	鹿砦下部溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	99.84	77.90	0.04	12.52	0.64	0.05	0.01	0.43	3.79	4.54	0.09
09103109A-1	鹿砦下部溶岩	転礫/78林班林道	14	99.44	77.99	0.04	12.49	0.73	0.06	0.01	0.40	3.62	4.52	0.13
09103109A-2	鹿砦下部溶岩	転礫/78林班林道	14	97.90	77.62	0.03	12.65	0.73	0.06	0.02	0.43	3.68	4.64	0.14
09103109A-3	鹿砦下部溶岩	転礫/78林班林道	14	99.97	77.74	0.04	12.52	0.78	0.06	0.01	0.42	3.73	4.60	0.12
09103109A-4	鹿砦下部溶岩	転礫/78林班林道	14	99.19	77.43	0.01	12.65	0.78	0.06	0.01	0.44	3.84	4.67	0.11
09103109A-5	鹿砦下部溶岩	転礫/78林班林道	13	100.82	77.67	0.03	12.53	0.76	0.07	0.01	0.42	3.91	4.51	0.10
09103109A-6	鹿砦下部溶岩	転礫/78林班林道	14	99.26	77.58	0.04	12.57	0.82	0.05	0.02	0.43	3.74	4.63	0.13
0961702B	鹿砦上部溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	99.93	77.74	0.03	12.53	0.77	0.05	0.02	0.56	3.65	4.54	0.11
0961702C	鹿砦上部溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	100.01	77.61	0.04	12.54	0.87	0.05	0.01	0.57	3.71	4.50	0.10
0961702F	鹿砦上部溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	99.56	77.92	0.04	12.53	0.72	0.04	0.01	0.55	3.63	4.44	0.11
0961702G	鹿砦上部溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	99.81	77.79	0.03	12.56	0.63	0.04	0.01	0.55	3.79	4.50	0.10
0961702H	鹿砦上部溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	100.30	77.46	0.05	12.59	0.88	0.06	0.01	0.54	3.72	4.59	0.10
09103106-A	鹿砦上部溶岩	転礫/78林班林道	15	98.67	77.72	0.04	12.63	0.65	0.06	0.01	0.53	3.71	4.55	0.11
0983008-8	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	15	99.88	77.51	0.04	12.50	0.91	0.08	0.02	0.54	3.79	4.47	0.13
0983008-9	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	15	99.46	77.29	0.05	12.53	0.97	0.06	0.03	0.53	3.89	4.54	0.12
0983008-12	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	100.09	77.73	0.04	12.45	0.81	0.05	0.01	0.54	3.79	4.46	0.13
0983008-13	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	100.43	77.57	0.05	12.55	0.85	0.05	0.02	0.53	3.80	4.46	0.11
0983008-14	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	15	100.53	77.53	0.03	12.44	0.99	0.04	0.02	0.54	3.81	4.50	0.10
0983007-4	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	99.54	77.76	0.05	12.63	0.60	0.05	0.00	0.51	3.62	4.67	0.10
0983007-7	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	15	99.15	77.59	0.03	12.67	0.67	0.04	0.02	0.53	3.73	4.62	0.11
0983007-8	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	99.51	77.62	0.05	12.58	0.71	0.06	0.01	0.53	3.79	4.55	0.10
0983007-9	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	14	99.92	77.61	0.04	12.65	0.58	0.06	0.01	0.56	3.64	4.75	0.10
0983007-10	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	99.10	77.59	0.04	12.68	0.62	0.03	0.01	0.51	3.78	4.65	0.09
0983007-12	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	99.55	77.47	0.04	12.60	0.84	0.03	0.01	0.53	3.60	4.79	0.10
0983007-17	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	14	98.79	77.57	0.05	12.68	0.58	0.02	0.01	0.55	3.77	4.67	0.10
0983007-18	鹿砦上部溶岩	転礫/鹿砦東山腹林道	13	100.43	77.54	0.05	12.68	0.54	0.04	0.00	0.55	3.58	4.89	0.12
0961703A	北湯/沢溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	100.26	77.45	0.03	12.58	0.79	0.05	0.01	0.54	3.73	4.71	0.11
0961703B	北湯/沢溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	100.14	77.44	0.04	12.62	0.85	0.05	0.01	0.56	3.82	4.50	0.11
0961703C	北湯/沢溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	100.43	77.71	0.03	12.63	0.37	0.06	0.02	0.54	3.70	4.86	0.09
0961703D	北湯/沢溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	100.07	77.91	0.04	12.61	0.34	0.06	0.02	0.55	3.47	4.90	0.09
0961703E	北湯/沢溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	100.70	77.89	0.03	12.61	0.34	0.06	0.02	0.52	3.82	4.63	0.08
0961703F	北湯/沢溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	100.58	77.59	0.05	12.57	0.54	0.06	0.02	0.55	3.56	4.97	0.10
0991702-B	北湯/沢溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	99.49	77.56	0.03	12.62	0.83	0.05	0.02	0.52	3.32	4.92	0.12
0991702-A	北湯/沢溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	99.96	77.69	0.04	12.68	0.57	0.05	0.02	0.50	3.76	4.58	0.12
0991701-A	北湯/沢溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	100.13	77.63	0.05	12.64	0.69	0.05	0.02	0.51	3.78	4.52	0.12
0991701-B	北湯/沢溶岩	転礫/北湯/沢林道上流の沢	15	99.95	78.01	0.04	12.71	0.28	0.06	0.02	0.50	3.68	4.60	0.10
07917R2-O-1	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	18	99.43	77.92	0.03	12.57	0.71	0.05	0.02	0.40	3.82	4.40	0.08
07917R2-O-2	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	16	99.97	77.60	0.02	12.60	0.70	0.06	0.01	0.41	4.01	4.49	0.09
07917R2-O-3	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	18	99.78	77.58	0.03	12.54	0.70	0.06	0.01	0.42	4.05	4.52	0.09
07917R2-O-10	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	16	100.41	77.53	0.03	12.50	0.74	0.06	0.01	0.41	4.10	4.54	0.09
07917R2-O-11	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	19	99.05	77.65	0.03	12.61	0.78	0.05	0.01	0.41	3.85	4.53	0.08
07917R2-O-12	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	18	99.02	77.65	0.02	12.62	0.84	0.06	0.02	0.42	3.84	4.44	0.08
0992305-A	十勝石沢溶岩	十勝石沢露頭	15	99.05	77.78	0.03	12.52	0.76	0.08	0.02	0.41	3.72	4.56	0.11
07100708	十勝石沢溶岩	転礫/十勝石沢上流	16	99.41	77.62	0.02	12.70	0.75	0.08	0.01	0.43	3.80	4.52	0.08
07100705G1	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	15	98.88	77.76	0.02	12.63	0.70	0.06	0.02	0.42	3.76	4.53	0.09
07100705G2	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	17	98.81	77.77	0.02	12.61	0.78	0.08	0.02	0.41	3.77	4.46	0.08
07100705G3	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	19	98.68	77.79	0.02	12.63	0.76	0.07	0.02	0.42	3.69	4.52	0.08
0972610-A	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	15	98.90	77.80	0.02	12.50	0.74	0.05	0.01	0.41	3.75	4.61	0.10
0972610-B	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	15	99.09	77.74	0.04	12.56	0.68	0.07	0.02	0.43	3.75	4.63	0.10
0972610-C	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	15	99.46	77.93	0.03	12.48	0.74	0.04	0.01	0.42	3.69	4.55	0.10
0972610-D	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	15	99.51	77.77	0.03	12.49	0.75	0.05	0.02	0.42	3.74	4.63	0.09
0972610-E	十勝石沢溶岩	白土の沢露頭	15	99.51	77.82	0.03	12.52	0.71	0.07	0.01	0.41	3.78	4.56	0.09

図 13 白滝黒曜石ガラスの $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ 図図 14 白滝黒曜石ガラスの CaO - FeO^* 図

赤石山系 B が 0.53 ~ 1.0wt% と低くなる。また十勝石沢系黒曜石の全岩 FeO^* 量は 0.92 ~ 0.98wt% だが、ガラス FeO^* 量は十勝石沢系 A が 0.25 ~ 0.7wt%、十勝石沢系 B が 0.65 ~ 0.9wt% と低くなる。

黒曜石には Fe_3O_4 の化学式をもつ磁鉄鉱マイクロライトが最大 1% 含まれる。磁鉄鉱マイクロライトの存在密度の違いによって、ガラス組成の FeO^* 量に違いが生じる。ガラスの FeO^* 量と磁鉄鉱マイクロライトの存在密度との間には負の直線関係が成立する (図 15)。すなわち全岩組成では磁鉄鉱の組成 (Fe_3O_4) が黒曜石の化学組成に加わっているが、ガラスの分析では磁鉄鉱マイクロライトを分析領域に入れないので、磁鉄鉱 (Fe_3O_4) の分だけ FeO^* 量がガラス組成では少なくなっていると考えられる。

図 15 黒曜石ガラスの FeO^* 量と磁鉄鉱マイクロライトの存在密度との関係

9. 白滝黒曜石の磁鉄鉱マイクロライトの特徴

黒曜石に含まれる磁鉄鉱マイクロライトの種類・形態は産地ごとに異なる。そのため、これらを詳細に解析することで黒曜石石器の産地同定に適用できる可能性がある。ここでは白滝産黒曜石の磁鉄鉱マイクロライトのサイズ分布、結晶数密度、アスペクト比を調べた。磁鉄鉱マイクロライトの結晶数及び結晶サイズの測定は Castro et al. 2003 の方法をもとに偏光顕微鏡の倍率を接眼 10 倍、対物 40 倍の条件で行った。図 16 は代表的な測定結果を示す。白滝黒曜石中に含まれる磁鉄鉱マイクロライトはアスペクト比の小さな自形に近い構造を示すもの (図 17 の A) と、アスペクト比の大きな針状の結晶形を示すもの (図 17 の B) が存在する。一部の試料では二つの結晶形が連結しているようにみえる数珠状の構造 (図 17 の C) や結晶が同方向に配列する流理構造が認められる。以下に主な溶岩の黒曜石中の磁鉄鉱マイクロライトについて記載する。

(1) 850m 溶岩の黒曜石

針状磁鉄鉱は長さが最大 30 μ m 程度である。針状と自形に近いものが連結しているように見える数珠状の形状を確認できる (図 17 の C)。数珠状の磁鉄鉱は流理構造を形成する。結晶数密度 N_v (個数/ m^3) $=2.3 \times 10^{14}$ でやや大きい。

(2) 十勝石沢溶岩の黒曜石

白滝黒曜石の中で最も針状磁鉄鉱の長さの範囲が広い (図 16)。自形磁鉄鉱が少ない特徴をもつ。数珠状の磁鉄鉱は観察されない。結晶数密度 $N_v=1.0 \times 10^{13} \sim 9.6 \times 10^{13}$ と小さい。

(3) 幌加湧別溶岩の黒曜石

自形の磁鉄鉱が卓越する部分 (図 16) と、磁鉄鉱が数珠状を呈している部分が同じ岩石薄片中に観察できる。また 850m 溶岩の黒曜石に比べ、密集した構造を示す虫食い状～数珠状磁鉄鉱が見られる (図 17 の D)。部分的に微小な磁鉄鉱結晶が密集し、ガラスが不鮮明になっている組織も見られる。結晶数密度は IK 露頭の黒曜石が $N_v=5.4 \times 10^{13} \sim 5.5 \times 10^{14}$ 、あじさいの滝露頭の黒曜石では $N_v=4.5 \times 10^{13} \sim 1.2 \times 10^{14}$ である。

(4) 赤石山上部溶岩の黒曜石

針状磁鉄鉱が濃集した明瞭なバンドを部分的に形成している。針状磁鉄鉱は、十勝石沢溶岩の黒曜石のそれに比べ (同じ長さで)、よりアスペクト比が高い特徴を示す (図 16)。磁鉄鉱結晶は部分的に数珠状の形態を示す。また磁鉄鉱結晶が密集し、ガラスの透明度が低い部分が観察できる。結晶数密度は八号沢露頭黒曜石が $N_v=1.0 \times 10^{14} \sim 1.0 \times 10^{15}$ と大きく、球顆沢露頭黒曜石が $N_v=1.1 \times 10^{14} \sim 1.8 \times 10^{14}$ でやや大きい。

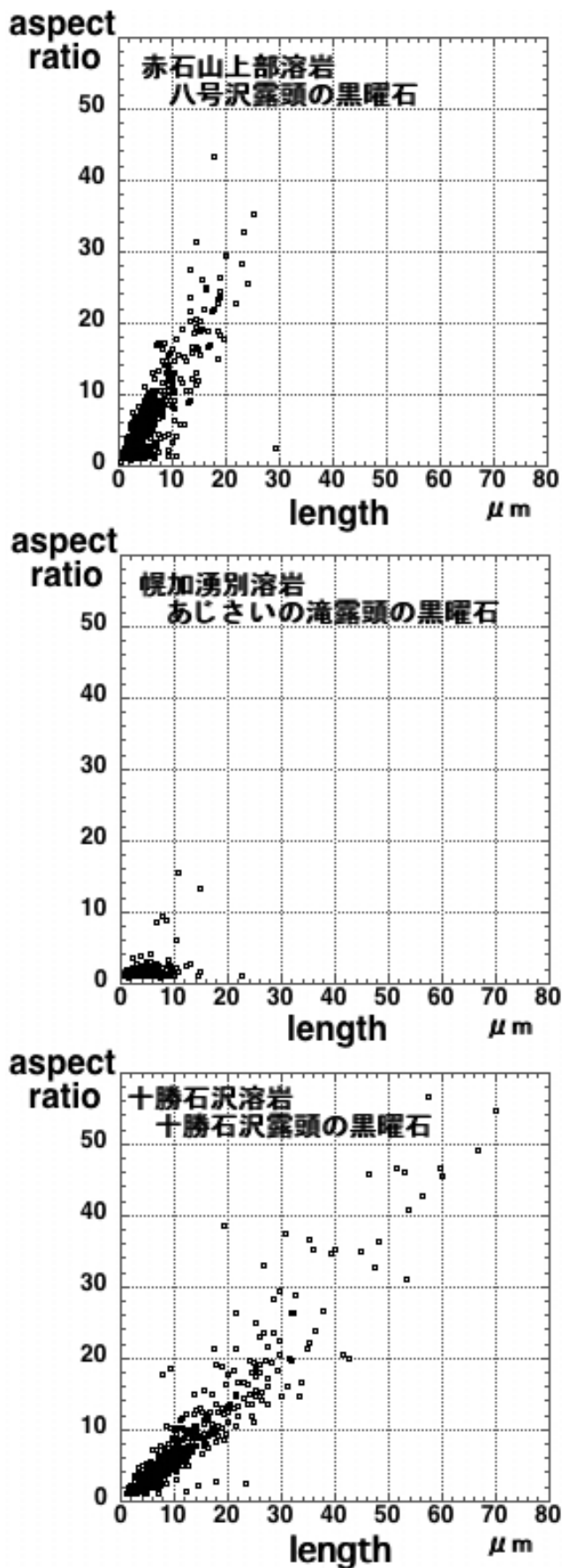


図 16 磁鉄鉱マイクロライトの長さのアスペクト比

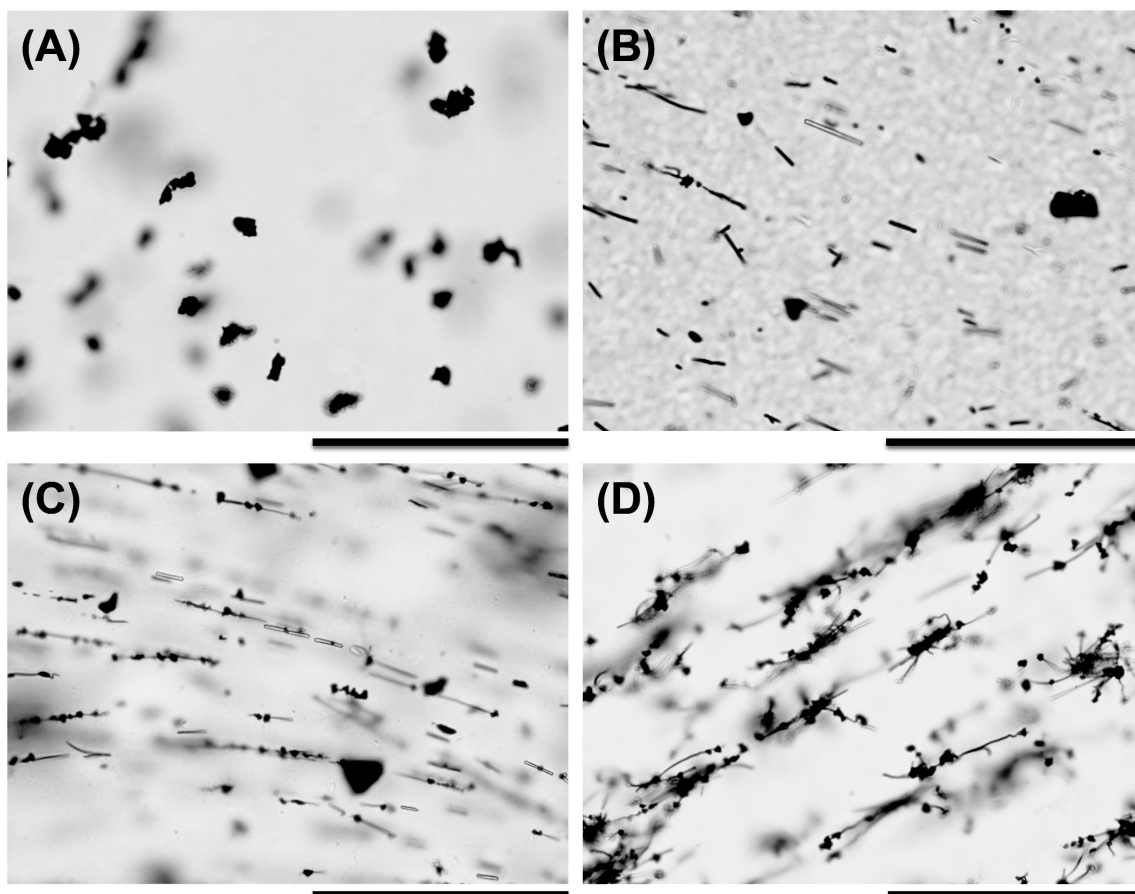


図 17 磁鉄鉱マイクロライトの偏光顕微鏡写真（スケールバーは 100 μm ）

- (A) 自形の磁鉄鉱（幌加湧別溶岩；IK 露頭黒曜石）
- (B) 針状の磁鉄鉱（十勝石沢溶岩；十勝石沢露頭黒曜石）
- (C) 数珠状の磁鉄鉱（850m 溶岩の黒曜石）
- (D) 虫食い状～数珠状の磁鉄鉱（幌加湧別溶岩；IK 露頭黒曜石）

(5) 赤石山山頂部溶岩の黒曜石

東アトリエの「花十勝」黒曜石では酸化したガラスがつくる流理構造が発達する。流理構造の発達していない部分では自形に近い磁鉄鉱が見られる。結晶数密度は西アトリエ黒曜石が $N_v=8.0 \times 10^{13} \sim 1.0 \times 10^{14}$ 、東アトリエ黒曜石が $N_v=1.0 \times 10^{14} \sim 1.7 \times 10^{14}$ である。

10. 白滝黒曜石の産地推定への適用

白滝黒曜石のより詳細な産地推定（どの溶岩グループの黒曜石であるのか）を行う上で、白滝黒曜石の地質及び溶岩区分、黒曜石組織、黒曜石全岩の化学組成、黒曜石ガラスの化学組成、磁鉄鉱マイクロライトの微細組織の記載がベースになる。以下に要点を示す。

(1) 地質学的背景：引っ張り応力場にあった地溝帯の中で、白滝では 220 万年前に無斑晶流紋岩マグマが 10 個の溶岩からなる単成火山群を形成した。これらの溶岩それぞれの外皮に緻密な黒曜石層を作った。この溶岩群の中で、露頭が見い出されている溶岩は、赤石山山頂部溶岩（西アトリエと東アトリエ採掘跡・球瀬沢最上流露頭）、赤石山上部溶岩（八号沢露頭・球瀬沢上流露頭）、幌加湧別溶岩（IK 露頭・あじさいの滝露頭）、十勝石沢溶岩（十勝石沢露頭・白土ノ沢露頭）である。これらが

量的にも多く産するので石器石材に使われる割合は高まると考える。

(2) **肉眼的特徴**：どの溶岩の黒曜石が光沢状タイプか梨肌状タイプかはわかっている。そのため、この性質から産地推定をしてどの溶岩グループか、ある程度限定できる。光沢状タイプは赤石山山頂部溶岩・赤石山上部溶岩・幌加湧別溶岩・北湯ノ沢溶岩・鹿砦上部溶岩から産する。梨肌状タイプは十勝石沢溶岩・850m 溶岩・鹿砦下部溶岩・十勝石沢 830m 溶岩・赤石山下部溶岩から産する。さらに、例えば赤石山山頂部溶岩の黒曜石は、直径数 mm 以上の球顆が散在したり、赤褐色や茶褐色で流理構造や破碎組織を示す特徴がある。赤石山上部溶岩では細かい球顆が数珠状に並んで縞状構造を呈する黒曜石を産するなど、肉眼的にも溶岩毎に特徴をもつ。ただし、こうした肉眼的特徴だけで黒曜石を同定できるものではない。

(3) **黒曜石微細組織**：肉眼で光沢状か梨肌状かは多くの場合区別が可能である。しかし、数 cm 以下の小さい試料では判定が難しくなる。その場合は黒曜石の岩石薄片を作り、偏光顕微鏡で微細組織を観察する。光沢状黒曜石はほとんど火山ガラスからなり、微小な磁鉄鉱マイクロライト（径 <70 μ m）と少量の斜長石マイクロライト（径 <20 μ m）が存在する。しかし梨肌状黒曜石は粗粒な（径 200-20 μ m）斜長石マイクロライトが多く存在することで特徴づけられる。また、十勝石沢溶岩の黒曜石は大小の針状磁鉄鉱が多く見られ、自形磁鉄鉱が少ない特徴を示す。850m 溶岩の黒曜石は特徴的に数珠状の形態を示す磁鉄鉱マイクロライトを有する。幌加湧別溶岩では自形磁鉄鉱が卓越するゾーンと数珠状磁鉄鉱が卓越するゾーンが共存し、針状磁鉄鉱は少ない。赤石山上部溶岩八号沢露頭の黒曜石は磁鉄鉱マイクロライトが密集するゾーンと疎らなゾーンが縞状にバンドを作る特徴をもつ。

(4) **黒曜石全岩化学組成**：本研究で白滝黒曜石流紋岩溶岩群の溶岩それぞれの黒曜石の全岩化学組成標準値を提示した。白滝黒曜石は十勝石沢系と赤石山系にはっきりと分かれる。前述したように幌加湧別溶岩の黒曜石は光沢状であるが、化学的には十勝石沢系組成グループに分類される。赤石山山頂部溶岩・赤石山上部溶岩の黒曜石と北湯ノ沢溶岩・鹿砦上部溶岩の黒曜石との区別は難しいが、後者の溶岩グループの黒曜石の方が SiO₂ 量がやや高いことから識別可能かもしれない。

(5) **黒曜石ガラス組成**：EPMA 装置で黒曜石ガラスの主成分化学組成を求めた。CaO/Al₂O₃ 比 -TiO₂/K₂O 比から、赤石山系と十勝石沢系とに明瞭に区分された。さらに同じ十勝石沢系に属する幌加湧別溶岩の黒曜石と十勝石沢溶岩の黒曜石とは、全岩化学組成では双方の違いは見えなかったが、黒曜石ガラス組成では CaO 量の違いからそれらは明瞭に識別される。さらに FeO* 量の違いから、同じ赤石山系の赤石山山頂部溶岩と赤石山上部溶岩とで黒曜石の区別が可能である。ただし、FeO* 量 0.5-0.6wt.% の範囲では双方の組成領域が重なるため、その範囲内にプロットされる黒曜石がどちらの溶岩起源かは判別できない。十勝石沢系では幌加湧別溶岩の黒曜石はほぼ独立した組成領域をつくり、他の十勝石沢系黒曜石と識別できる。

謝辞

白滝地域の地質調査では遠軽町ジオパーク推進課の堀嶋英俊氏・熊谷誠氏及び教育委員会の松村倫文氏に、蛍光 X 線分析では北海道大学理学部の中川光弘教授・吉本充宏博士にご支援・協力をいただいた。北海道教育大学旭川校学生（当時）の菊地智子氏・築場仁志氏には調査及び分析で支援してもらった。以上の方々に深く感謝します。なお、本研究には、文部科学省科学研究費補助金（基盤研究 C「黒曜石の原産地特定から推定される北方圏先史時代集団の

動態に関する研究」、代表：和田恵治、No. 19500866 及び基盤研究 A「黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容」、代表：佐藤宏之、No. 21242026)の一部を使用した。ここに記して深く感謝します。また論文公表の機会を与えて下さった首都大学東京の出穂雅実准教授に感謝いたします。

引用文献

- Castro, J. M., K. V. Cashman, and M. Manga 2003. A technique for measuring 3D crystal size distributions of prismatic microlites in obsidian. *Am. Mineral.*, 88: 1230-1240.
- Cole, J.W. 1990 Structural control and origin of volcanism in the Taupo volcanic zone, New Zealand. *Bull. Volcanol.*, 52: 445-459.
- Donnelly-Nolan, J.M., Champion, D.E., Miller, C.D., Grove, T.L. and Trimble, D.A. 1990. Post-11000-Year Volcanism at Medicine Lake Volcano, Cascade Range, Northern California. *Journal of Geophysical Research*, 95(B12): 19693-19704.
- 広瀬 亘・中川光弘 1999「北海道中央部～東部の新第三紀火山活動：火山学的データおよび全岩化学組成からみた島弧火山活動の成立と変遷」『地質学雑誌』105、247-265 頁
- 井上巖 2003「白滝第 30 地点遺跡出土黒曜石遺物の化学分析」『白滝第 30 地点遺跡調査報告書』247-258 頁
- 出穂雅実・廣瀬亘・佐藤宏之 2008「北海道における考古学的黒曜石研究の現状と課題」『旧石器研究』4、107-121 頁
- 木村英明 1995「黒曜石・ヒト・技術. 北海道考古学の諸問題」『北海道考古学』31、3-63 頁
- 木村英明 2005『北の黒曜石の道・白滝遺跡群』全 93 頁、新泉社
- 国府谷盛明・長谷川潔・松井公平 1964『5 万分の 1 地質図幅「白滝」及び同説明書』全 35 頁、北海道開発庁
- Kuzmin, Y.V., Glascock, M.D., and Sato, H. 2002. Sources of archaeological obsidian on Sakhalin Island (Russian Far East). *Jour. Archaeol. Sci.*, 29: 741-749.
- 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) ; 環境変遷史と人類活動に関する学際的研究 - 代表杉原重夫, 環境史と人類, 別冊』全 294 頁
- 向井正幸・長谷川仁彦・和田恵治 2000「旭川周辺地域における黒曜石ガラスの化学組成 - 黒曜石の産地特定への適用 -」『旭川市博物館研究報告』6、51-64 頁
- 長沼孝・越田雅司・宗像公司・鈴木宏行・坂本尚史・直江康雄 1999「白滝遺跡群の発掘調査 - 北海道紋別郡白滝村所在 -」『日本考古学』8、101-116 頁
- 岡 孝雄 1986「北海道の後期新生代堆積盆の分布とその形成に関わるテクトニクス」『地団研専報 - 北海道の地質と構造運動』31、295-320 頁
- Phillips, S.C. and Speakman, R.J. 2009. Initial source evaluation of archaeological obsidian from the Kuril Islands of the Russian Far East using portable XRF. *Jour. Archaeol. Sci.*, 36: 1256-1263.
- 白滝団体研究会 1963『白滝遺跡の研究』全 72 頁
- 豊原熙司 2009『クマと黒曜石. 北方新書』全 257 頁、北海道出版企画センター
- Wada, K. 2009. Petrologic model of Shirataki obsidian, northern Hokkaido, Japan; its structure, composition and the origin. 2009 Portland GSA Annual Meeting, Geological Society of America; *Abstracts with Programs*, Vol. 41, No. 7, pp. 553.
- 和田恵治 2010「白滝黒曜石原産地を形成した流紋岩マグマ活動」『科研費公開シンポジウム「黒曜石が開く人類社会の交流Ⅱ」予稿集』3-14 頁
- 和田恵治・向井正幸・武田修 2003「EPMA による黒曜石ガラスの主成分化学組成 - 遺跡出土黒曜石の産地特定：常呂川河口遺跡の例 -」『北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告』37、59-70 頁
- 和田恵治・向井正幸 2007「EPMA による北海道産黒曜石の主成分組成分析と産地同定」『日本文化財科学会第 24 大会研究発表要旨集』82-83 頁
- 和田恵治・菊地智子・松村倫文 2009「白滝産黒曜石の地質学的形成過程と岩石組成スタンダード」『日本文化財科学

会第 26 会大会要旨集』34-35 頁

和田恵治・佐野恭平 2010「北海道，白滝黒曜石流紋岩溶岩群のマグマ活動（その 1）— 黒曜石の岩石組織・化学組成と溶岩の内部構造 —」『日本火山学会 2010 年度秋季大会講演予稿集』59 頁

藁科哲男・東村武信 1983「石器原材料の産地分析」『考古学と自然科学』16、59-89 頁

八幡正弘 1997「東北北海道釧路区における新第三紀の紋別 - 上士幌地溝帯」『地下資源調査所報告』68、43-56 頁

Yamamoto, A. 2004. Dense clustering of latest Cenozoic caldera-like basins of central Hokkaido, Japan, evidenced by gravimetric study. *Jour.Fac.Sci., Hokkaido Univ.*, Ser.VII, 12: 75-95.

Chemical composition and microstructure of the Shirataki obsidian, northern Hokkaido: geological and petrological source data for the precise obsidian source identification

Keiji WADA and Kyohei SANO

The Shirataki obsidian is the most important source of obsidian artifacts in Hokkaido and surrounding area. The Shirataki obsidian tools have spread throughout not only the Hokkaido island but also Sakhalin, southern Kurile and northern Honshu islands more than 500 km from the source in the Paleolithic era and the following Jomon era.

The Shirataki obsidian-rhyolite lava complex was formed by quenching of aphyric rhyolite magmas ($\text{SiO}_2=76.7-77.4$ wt.%), forming the monogenetic volcanoes consisting of 10 lavas at about 2.2 Ma within Horoka-Yubetsu caldera. The formation of the Shirataki obsidian-rhyolite lava complex was probably related to the tensional field in the crust. In the Shirataki obsidian-rhyolite field, there are many outcrops of densely compact obsidian layers. The internal structure sections of single rhyolite lava consist of surface clastic zone, outer compact obsidian zone, vesiculated obsidian zone, and central thick rhyolite zone. The outer compact obsidian zone makes remarkably fresh obsidian. These obsidians are divided into two kinds of obsidian samples; one is jet-black luster obsidian with almost glasses and trace amount of tiny, smaller than 70 micrometers of magnetite crystals, and the other one is pear-feel surface obsidian with almost glasses and trace amount of 20 to 200 micrometers plagioclase crystals with tiny magnetite. These magnetite microlites consist of acicular and euhedral ones. The difference in microtexture of magnetite among the Shirataki obsidians such as size distribution, population density, and aspect ratio is useful for obsidian identification for each lava unit.

The chemical compositions of bulk-rock and glass for Shirataki obsidian were determined by X-ray fluorescence, XRF, and electron probe, EPMA, respectively. Shirataki obsidians are clearly divided into two bulk-rock compositional groups. These are referred to Akaishiyama series (AK- series) and Tokachi-ishizawa series (TI- series). AK series are higher in MgO, FeO*, CaO, Ba, Zr, Sr contents than TI series. As same as the bulk-rock chemistry, obsidian glass is separated into two compositional groups in $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ vs. $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratios diagram. In the FeO* - CaO diagram Ak- and TI-series glass compositions are subdivided into two groups respectively and it can be identified into four compositional groups of glasses; AK-A and AK-B from Ak-series, TI-A and TI-B from TI-series. This analytical result shows that it is useful to identify the precise locality source of Shirataki obsidian artifacts.

Key word: Shirataki, obsidian, rhyolite, chemical composition, microstructure, source

C. ロシア沿海地方の地質発達史および新生代火山活動の特徴

ウラジーミル・K・ポポフ（訳：出穂雅実）

1. 沿海地方の地質構造区分

プレートテクトニクス概念は、沿海地方においても1980年代前半から地質学的特徴の解釈に用いられるようになる。その概念に従うと、沿海地方は”貼り絵”のようにいくつかの地帯に分帯できる。それらの地帯は、貫入岩、火山岩類および碎屑岩類を伴う（図18・19）（Ханчук 2006）。

沿海地方における最も古い地帯はおそらくヴォズネセンカ帯であると考えられる。原生代後期からカンブリア紀下部の、大陸棚で形成された碎屑岩類と石灰岩、および沿岸部で形成された碎屑岩類からなる。ヴォズネセンカ帯の北側にはスパスク帯がある。スパスク帯は沈み込み帯の付加体であり、カンブリア紀のオフィオライト、チャートおよび石灰岩を捕獲岩として含む古生代前期のタービダイト堆積物である。ナヒモフカ帯とマトヴェエフカ帯は、原生代後期からカンブリア紀の堆積岩と火山岩類を基岩とする、オルドビス紀の変成コアと考えられ、緑色片岩～花崗岩相を示す。カバルギン帯は、マトヴェエフカ帯とナヒモフカ帯の間に位置する。原生代～カンブリア紀の石灰岩、チャート、オフィオライト、碎屑岩類からなり、おそらく沈み込み帯の付加体の一部と考えられる。

セルゲエフカ帯は、角閃石斑れい岩、閃緑岩、花崗岩のシンキネマチック・プルトンからなる。斑れい岩および閃緑岩は、オリジナルの化学組成が海洋性地殻の堆積岩類と玄武岩に対応する変成岩の大きな捕獲岩を含む。花崗岩は変成岩の捕獲岩を含む。セルゲエフカ帯の斑れい岩と花崗岩の年代は、カンブリア紀後期からオルドビス紀前期である。おそらくセルゲエフカ帯は、島弧の深部でメルトを経験した付加体に対応すると考えられる。

沿海地方の西部は、ラオエリナーグロデゴフカ島弧帯に区分され、ペルム紀の玄武岩、安山岩、流紋岩、火砕岩類および石灰岩からなる。

沿海地方北東部のシホテアリン褶曲地帯はサマルキン帯と区分される。本帯は沈み込み帯の付加体で、海洋性地殻由来の付加物質（デボン紀のオフィオライト、古生代後期と三畳紀のチャート、古生代の石灰岩と玄武岩）を含むジュラ紀のタービダイトからなる。南東部はタウヒン帯で、沈み込み帯の付加体である。本帯は三つのユニットから構成され、複雑な構造を持つ。西側ユニットは拡大地域の玄武岩からなり、ジュラ紀後期のチャートおよびネオコミアン上部のタービダイトに覆われる。中央ユニットは、三畳紀およびジュラ紀のチャート、三畳紀の石灰岩と玄武岩を含む、ネオコミアンの沈み込みに伴うメランジからなる。東部ユニットは、古生代後期、三畳紀およびジュラ紀のチャート、デボン紀、石炭紀およびペルム紀の石灰岩と玄武岩、そして三畳紀の碎屑岩を含む、ジュラ紀後期～ネオコミアンの沈み込みに伴うメランジからなる。

タウヒン帯の北西部にはタービダイト海盆が大陸縁に変化したジュラヴレフカ帯がある。本帯は、白亜紀前期の碎屑岩類からなる。フリッシュを含み、まれに非アルカリ玄武岩の薄層を含む。東端に位置するケム帯はアプト期～オーブ期の島弧であり、海底に流れ込んだ陸源堆積物、玄武岩および安山岩の火成フリッシュからなる。

2. 沿海地方における中生代以前の火山活動史

沿海地方の火山活動の形跡は、カンブリア紀、古生代、中生代、および新生代の各地質フォーメーションの中に認められる。沿海地方の火山活動の形跡はカンブリア紀から始まると地質学的研究から見なすことができる。

カンブリア紀：この時期には、沿海地方は活発な珧長質の陸上火山活動が起こった。流紋岩溶岩、流紋岩溶岩ブレッチャ、粗流紋岩およびその凝灰岩を流紋岩フォーメーションの中に認めることができる。火山活動の年代は 512Ma である。これらの岩石は沿海地方南西部のシニイ山地の山体をつくっている。

シルル紀：シルル紀の火山性堆積岩フォーメーションは、被覆玄武岩による変質を伴うテフロイドと凝灰質粘土岩およびそれらと互層するチャートからなり、水中条件下の火山活動のプロセスを示す。凝灰質粘土岩中から、地質学者は筆石類と腕足類の動物化石を発見している。火山性堆積岩類は沿海地方西部の中国との国境に沿って不連続な細長い帯状に分布する。

デボン紀：デボン紀は、線形火山帯の大規模な陸上火山活動が顕著になり、ハンカイスク・アレイ（配列構造）の形成、およびシホテアリン西部火山帯の形成によって特徴づけられる。本帯の基底には流紋岩の厚い層が横たわる。火山活動の初期段階には、凝灰質流紋岩、流紋デイサイト、デイサイトを形成する酸性火砕物の突発的な噴出が起こった。これらは大規模なイグニンプライト噴火様式の溶岩流を散発的に狭在する。デボン紀の最終段階には、酸性火砕物の噴出とともにハイアロクラスタイト及び玄武岩質凝灰岩を伴う玄武岩噴火が起こり、デボン紀前期の碎屑物を含むシルト岩と泥岩を伴う層灰岩とテフロイドの上位に載る。デボン紀中期と後期には、珧質火山作用はアルカリ玄武岩に変化した。デボン紀後期の堆積物の露頭では、溶岩と凝灰岩の互層が観察される。砂岩、シルト岩、凝灰質シルト岩、粗面玄武岩、粗面安山岩、および輝緑岩を含む。デボン紀の噴出物の層厚は 2km 以上に及ぶ。

石炭紀：石炭紀の火山岩類は沿海地方に地域的に分布している。凝灰質礫岩、凝灰岩、溶結凝灰岩、流紋岩及び安山岩溶岩からなり、シニイ山地のモナストリシチェンスク火山帯を構成する。火山噴出物の層厚は 3.5km 以上である。

ペルム紀：沿海地方の地質構造においてペルム紀の火山活動フォーメーションは極めて重要である。噴出活動は大陸、沿岸、および海底で起こった。すなわち、ムラヴィヨフ・アムール半島とドゥナイ半島の露頭では、ペルム紀前期の植物化石を含む凝灰質礫岩、凝灰質砂岩、層灰岩、凝灰質安山岩、凝灰質シルト岩からなる。マリノフカ川流域の安山岩露頭の上部は、ペルム紀前期の植物化石破片を含む凝灰質堆積岩を伴う流紋岩質凝灰岩と溶岩の互層となる。ペルム紀上部の火山岩類および火成堆積岩類は、層灰岩、凝灰質ブレッチャ、凝灰質安山岩、およびペルム紀後期の植物化石を含む流紋岩質砂岩及びシルト岩互層からなる。

同時期に、アルテモフカ川、バラバシ川、コミッサロフカ川の流域およびハンカ湖西岸では、中性及び酸性火山岩がシルト岩、砂岩、そしてフズリナ、サンゴ、コケムシ、および腕足類化石等の海棲フォナを産出する石灰岩及びチャートと互層する。また、火成堆積岩中にはペルム紀後期のフローラが産出する。ペルム紀の火山活動は、西側の大陸縁辺部から東側の海底へ変化し、現在の太平洋型の島弧系に類似する。

三畳紀：三畳紀の堆積層には、深海底で形成された玄武岩（輝緑岩）および火成堆積物を含む珧質頁岩が認められる。最近、沿海州南部では大陸火山活動に関連するタリミンスク層群が注目された。玄武岩 - 安山岩 - デイサイト - 流紋岩シリーズの溶岩と火砕物が成層している。

ジュラ紀：ジュラ紀には、珧質スピライト層が形成される、海域での火山活動が継続する。これらの地質学的露頭は沿海地方南部で見ることができる。また最近、セルゲエフカ川流域で、流紋岩と凝灰岩の珧長質火山岩類を含むジュラ紀の堆積物が確認された。沿海地方中央部には安山岩質の火山活動が見られる。

白亜紀：沿海地方の白亜紀では、東部シホテアリン火山帯の形成がまず注目される。このイベントは、

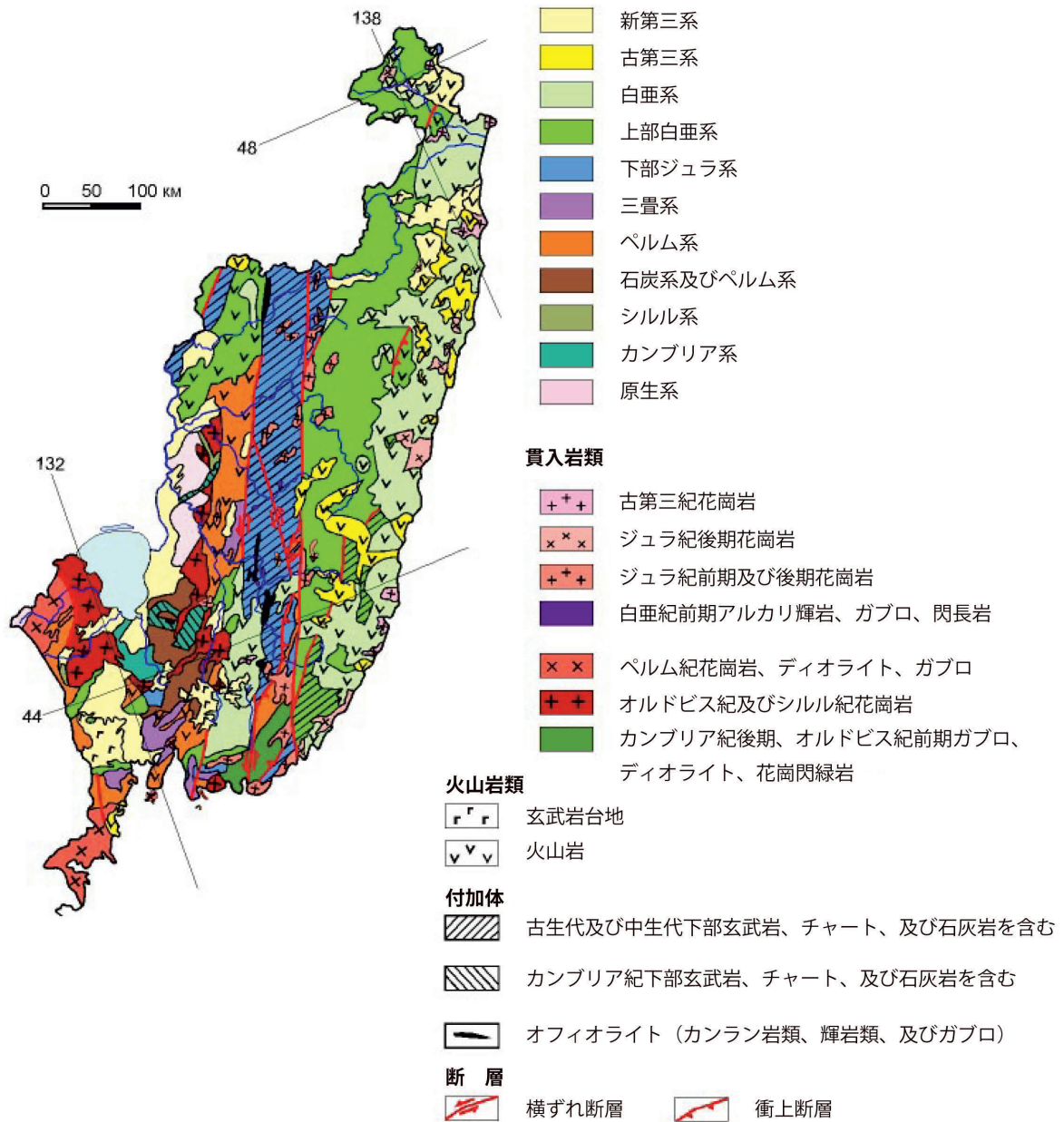


図 18 沿海地方の地質図 (A.I. ハンチュクによる)

白亜紀前期後葉の島弧火山活動のあとに起こった。厚い火山碎屑性砂岩とシルト岩からなり、玄武岩質 - 安山岩質の溶岩と凝灰岩層を伴い、海中と陸域での安山岩質の火山活動の特徴とする。火成堆積岩は沿海地方北東部のサマルガ島弧に由来する。

白亜紀後期には、島弧火山活動は大規模噴火に変化していき、日本海に沿って 700km の長さで伸びるシホテアリン山脈に位置する、東部シホテアリン火山帯を形成する。白亜紀以前の基盤とは異なる、断層帯に沿って分布する。火山活動によって噴出された堆積物の層厚は 4-5km に達する。

3. 沿海地方の新生代火山活動史

シホテアリン東部の古第三紀の初期（ダン期）には、珪長質マグマの活発な火山噴火が起こった。本期にはボゴポリスク・コンプレックスの流紋岩質凝灰岩と溶結凝灰岩がつくられた。本期の珪長質火山活動の特徴は、火成ガラス（Volcanic glass）の形成である。火成ガラスは溶結凝灰岩に覆われるレンズ状の薄層として形成され、巨大な溶岩流あるいは溶岩ドームの一部をなす。

ヤクーチンスク・カルデラは、ダリネゴルスク近郊のソロンツォフスク成層火山に近接し、本期に形成された。今日、この火山体の残片は、シホテアリン山脈東部のダリネゴルスク地域にあるヤクート山を覆うハイアロ・イグニンプライト、およびネジュダンカ山の溶岩ドームに見ることができる。

古第三紀のシホテアリン東部および沿海地方南西部の火山プロセスは、アジアおよび太平洋リソスフェアプレートの活動期と関連していた。始新世には、大陸縁辺部において隆起作用に伴うシンズドヴィゴヴ低地が形成された。この低地は火山モラッセ、玄武岩、安山岩、流紋岩溶岩、および火砕凝灰岩によって充填され、そして火山活動の終息期には、火成堆積物および陸源の炭質堆積物によって充填された。古第三紀の珪長質火山活動は火成ガラス（パーライト）の広域な分布の要因となった。シホテアリン東部ではケドロフスク・コンプレックス中に酸性火山岩として認められ、また、沿海地方南西部のクラスキンスクも同様である。

沿海地方の鮮新世から中新世の火山活動は、日本海溝の形成と結びつくテクトニック・プロセスを要因とする。この活動は鮮新世と中新世前期に大量の火山灰を噴出し、その後、玄武岩質の割れ目噴火となり、山間盆地を充填した。これらの大量の溶岩噴出は巨大な玄武岩溶岩を形成した。

ラズドルナヤ川流域の礫層と互層する流紋岩質凝灰岩層には、弱く円磨されたマレカナイトとパーライト礫が含まれ、少量の黒曜石礫（直径 10 ～ 2cm）とサイズの大きな軽石（20 ～ 15cm）を伴う（写真 1）。シュファン玄武岩台地およびシュコトヴァ玄武岩台地の基底のハイアロクラスタイトと枕状溶岩からは、多量の玄武岩質黒曜石を含む。

シュファン玄武岩台地およびシュコトヴァ玄武岩台地の基底には、火砕岩がハイアロクラスタイトと枕状溶岩を覆う。ハイアロクラスタイトの岩屑は大量のガラス、火山弾、枕状溶岩の破片からな

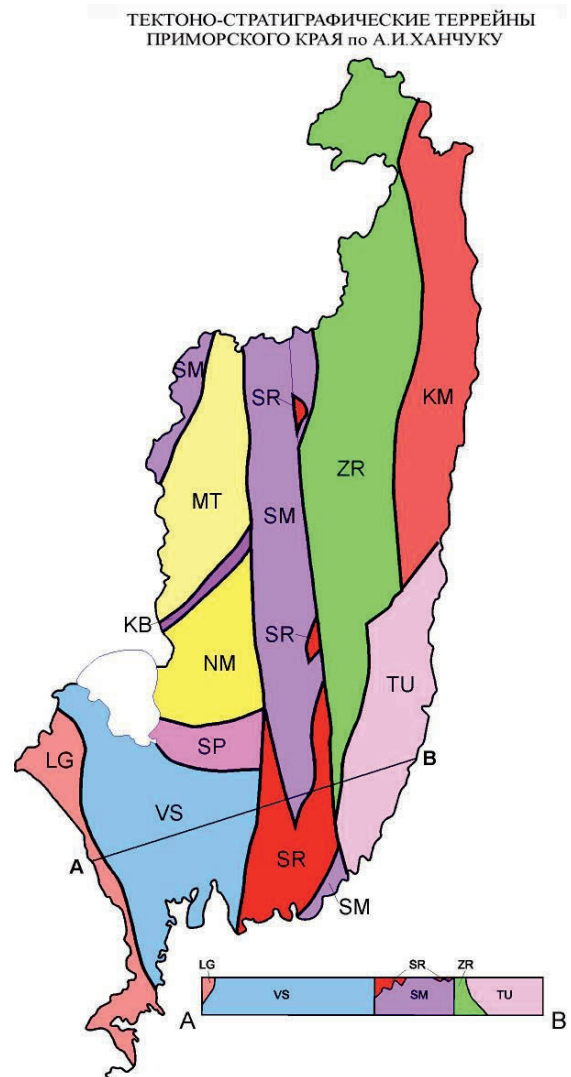


図 19 沿海地方におけるテクトニクス層序学的地帯区分 (A.I. ハンチュクによる)
VS: ヴォズネセンカ帯、SP: スパスク帯、MT: マトヴェエフカ帯、NM: ナヒモフカ帯、SR: セルゲエフカ帯、LG: ラオエリニングロデゴフカ帯、SM: サマルカ帯、TU: タウハ帯、ZR: ジュラヴレフカ帯、KM: ケム帯



写真1 ラズドルナヤ川流域の礫層に含まれる黒曜石（マレカナイト）礫

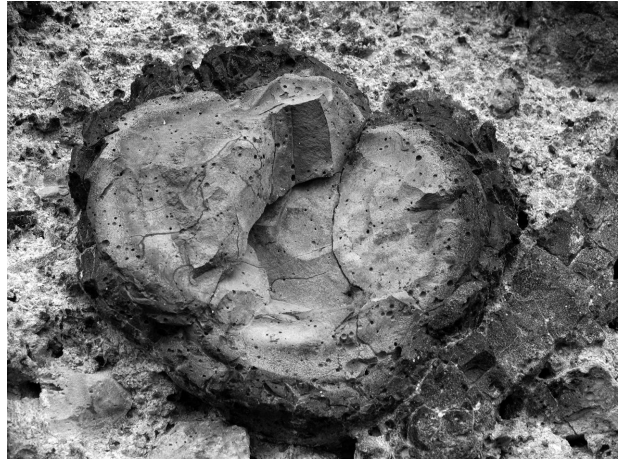


写真2 シュコトヴァ玄武岩台地の外殻がガラス化した枕状溶岩

り、パラゴナイト（セメント）によって充填されている。水冷破碎した枕状溶岩と火成ガラスは安山岩からなる（写真2、3）。このように、沿海地方の火成ガラスとガラス状火山岩類は、始新世～鮮新世（流紋岩ーデイサイト）と中新世（玄武岩）の火山活動と関連する。最も大規模な火成ガラス（パーライト）岩体はこれらの火成活動の後期に形成された。古第三紀のシホテアリニ東部のパーライトは石質が劣悪なために石器の材料としては利用されていない（Вулканические стекла... 2000）。にもかかわらず、考古遺跡でこれらの未加工の石塊が少数確認されていることは、石器時代の人々の探索的行動によってこれらの石材の存在はすでに知られていたことを示す（Крупянко, Табарев 2001）。一方で、沿海地方南部ヴィノグラドナヤ川流域のクラスキンスク・コンプレックスのパーライトは、古代の人々によって石器作りに利用されている（Попов, Шекли 1997, Вулканические стекла... 2000）。さらに、シュコトヴァ台地のハイアロクラスタイトは、ロシア極東および隣接する中国では旧石器時代から鉄器時代前期の重要な黒曜石産地として利用された（Попов и др. 2010）。以下では、これらの火成ガラス山地について記載する。



写真3 シュコトヴァ玄武岩台地のハイアロクラスタイト

ることは、石器時代の人々の探索的行動によってこれらの石材の存在はすでに知られていたことを示す（Крупянко, Табарев 2001）。一方で、沿海地方南部ヴィノグラドナヤ川流域のクラスキンスク・コンプレックスのパーライトは、古代の人々によって石器作りに利用されている（Попов, Шекли 1997, Вулканические стекла... 2000）。さらに、シュコトヴァ台地のハイアロクラスタイトは、ロシア極東および隣接する中国では旧石器時代から鉄器時代前期の重要な黒曜石産地として利用された（Попов и др. 2010）。以下では、これらの火成ガラス山地について記載する。

(1) ヴィノグラドナヤ川流域の火成ガラス

ヴィノグラドナヤ川、イヴァノフカ川、およびラズドルナヤ川流域の火成ガラスは、貫入岩体を構成している。これにかかわる最初の情報は、1957年と1958年のG.A. ラプシンの未公表の地質調査報告である。私たちはヴィノグラドナヤ川（グラドカヤ川右岸の支流）の火成ガラス露頭で調査を行った。貫入岩体は古生代の花崗岩に貫入し、数百メートルにわたって追跡できる。K-Ar年代測定の結果は、クラスキンスク凹地の始新世の珪長質火山活動に一致する（表6）（Рассказов и др. 2004）。岩脈の厚さは1～2mから10～15mまで変化する。岩石の色調は、緑色あるいは灰緑色という特徴を

表6 クラスキーノ低地とシュコトヴァ台地における火成ガラスの K-Ar 年代測定結果

試料№	採取地点	ポタシウム % (1 σ)	$^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$ (ng/g) (1 σ)	年代 (Ma) (2 σ)
クラスキーノ低地				
II-237/2	ヴィノグラドナヤ	3,67 \pm 0,04	9,4 \pm 0,2	36,7\pm1,4
シュコトヴァ台地				
II-571	イリスタヤ4a	0,432 \pm 0,012	0,410 \pm 0,003	13,6\pm0,8
II-572/2	イリスタヤ3 (ティグロヴィ8)	0,398 \pm 0,012	0,378 \pm 0,003	13,6\pm0,8
II-567	イリスタヤ5	0,410 \pm 0,012	0,362 \pm 0,003	12,7\pm0,8

Note : K-Ar dating were performed in the laboratory of isotope geochemistry and geochronology IGEM RAN. Determination of radiogenic argon was carried out on a mass spectrometer MI-1201 IG isotope dilution method using as a tracer. ^{38}Ar was determined by flame spectrophotometry. $\lambda_K=0.581 \cdot 10^{-10} \text{roD}^{-1}$, $\lambda_K=4.962 \cdot 10^{-10} \text{roD}^{-1}$, $^{40}\text{K}=0.01167$ (at. %). Analysis was done by B.A. Lebedev.

持つ。新鮮な面では、半透明で光沢を持ち、ガラス状断口を示し、鋭い縁辺を形成する。この火成ガラスの化学組成はカリ流紋岩であり、含水量はパーライトに対比される（表7）。ヴィノグラドナヤ川の河床礫には、この火成ガラス岩の転礫（直径 2-10cm）が豊富に含まれる。河床では、無斑晶のパーライトの他にも、緑色半透明で比較的多く石英と斜長石斑晶をふくむ（7% 未満）ものが確認される。

(2) シュコトヴァおよびシュファン玄武岩台地の火成ガラス

沿海地方南部では、シュコトヴァおよびシュファン玄武岩台地においてハイアロクラスタイトが発達する。しかしシュファン台地では、ハイアロクラスタイトは非常に稀である。シュコトヴァ台地では、台地の北東端部においてハイアロクラスタイトと枕状溶岩の露頭が多数存在し、北西方向に長軸を持つ長さ 70km 幅 5～7km の帯状の分布を示す（図20）。ハイアロクラスタイトは、玄武岩台地の

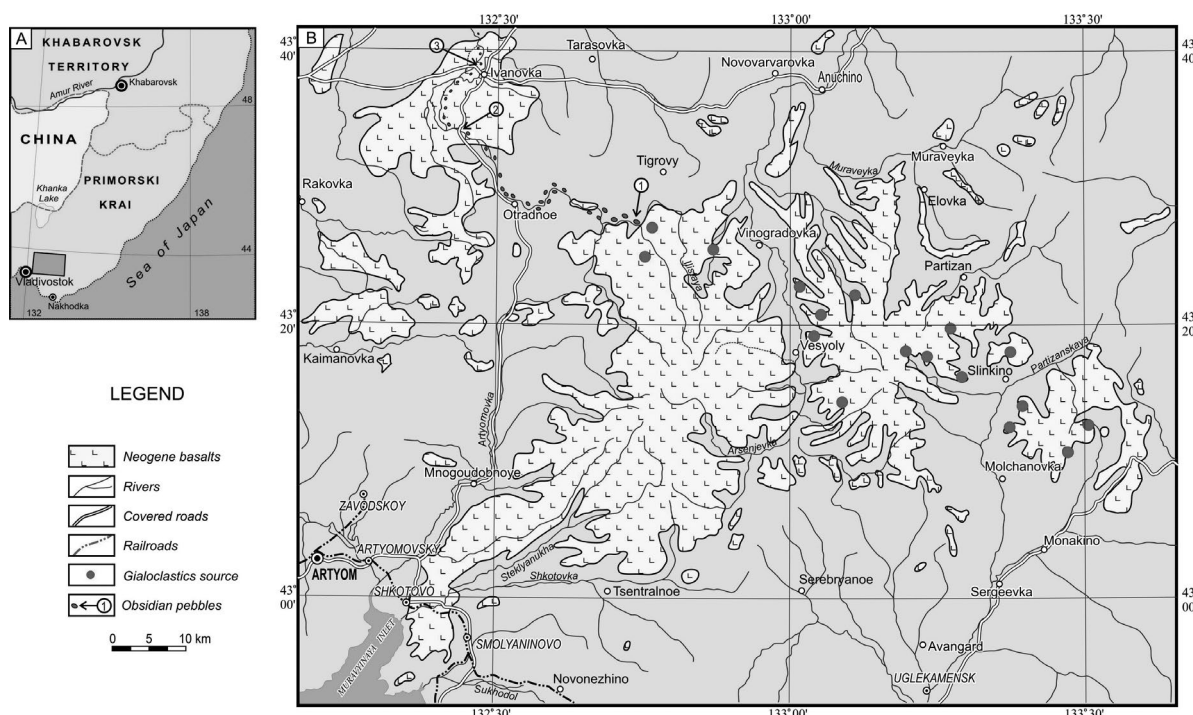


図20 シュコトヴァおよびシュファン玄武岩台地の分布と火成ガラスの産出地点

表7 クラスキーノ低地における火山ガラスの化学組成 (wt%) および微量元素濃度組成 (ppm)

元素	Π-392/1	Π-392/4	Π-418	214/1	237	237/2	Π-419	Π-419/1
試料№	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	71.52	73.91	71.78	72.55	72.69	72.64	74.25	74.46
TiO ₂	0.17	0.1	0.15	0.09	0.07	0.08	0.02	0.04
Al ₂ O ₃	12.93	12.56	12.98	11.74	11.48	11.26	11.2	10.42
Fe ₂ O ₃	0.24	0.14	0.54	0.93	0.81	1.4	0.16	0.33
FeO	0.99	0.74	0.88	0.43	0.35	0.12	0.94	0.94
MnO	0.03	0.03	0.05	0.02	0.02	0.02	0.05	0.04
MgO	0.06	0.07	0.18	0.1	0.15	0.13	0.02	0.04
CaO	0.9	0.67	0.8	0.96	0.55	0.64	0.01	0.19
Na ₂ O	4.24	4.06	4.46	3.49	3.53	3.57	3.81	3.72
K ₂ O	3.6	4.05	2.13	3.53	3.5	3.54	3.74	3.77
P ₂ O ₅	0.03	0.01	0.09	0.03	0.04	0.1	0.04	0.11
H ₂ O ⁻	0.24	0.1	0.14	1.14	1.89	1.04	1.29	1
π.π.π.	5.14	3.95	6.13	5.11	5.05	5.15	4.81	5.1
合計	100.09	100.39	100.31	100.12	100.13	99.69	100.34	100.06
Ni	7	4	—	—	—	—	9	—
Co	0.9	4	0.6	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2
Cr	5	5	—	—	—	—	5	—
V	25	6	—	—	—	—	3	—
Sc	1.64	—	1.73	1.44	1.55	1.44	2.16	1.52
Cu	18	14	—	—	—	—	12	—
Zn	21	48	52	24.7	21	20	30	18
Ga	15	16	—	—	—	—	16	—
Mo	6.3	8.1	—	—	—	—	8.1	—
Rb	93	—	59	90	101	89	146	96
Cs	2.6	—	2.2	2.7	3.2	2.7	5.8	3
Sr	68	—	465	63	0	16	0	0
Ba	—	—	915	257	105	267	31	83
Zr	150	—	162	114	117	117	135	107
Ta	1.04	—	1.08	1.37	1.59	1.34	2.89	1.54
Hf	3.94	—	4.32	3.14	3.3	3.2	4.02	3.14
La	40.18	—	38.88	31.49	25.6	31.95	17.14	26.05
Ce	62.8	—	69.2	53.6	46.8	53.9	36.4	46.7
Nd	27.89	—	19.51	14.63	13.04	15.5	16.28	12.97
Sm	2.51	—	3.09	2.61	2.76	2.63	3.47	2.71
Eu	0.42	—	0.66	0.21	0.12	0.21	0.04	0.16
Tb	0.25	—	0.28	0.28	0.33	0.29	0.53	0.34
Dy	1.53	—	1.42	1.72	2.02	1.93	3.72	2.67
Yb	0.94	—	0.98	1.12	1.31	1.16	2.18	1.33
Lu	0.21	—	0.19	0.21	0.25	0.23	0.44	0.25
Pb	38	41	—	—	—	—	39	—
Th	14.97	—	12.37	16.26	17.19	16.27	28.17	16.88
U	3.24	—	2.12	3.01	5.41	3.31	12.59	3.34

Note : P-392/1: black obsidian, Krabbe Peninsula, T-392/4: black volcanic glass, Krabbe Peninsula, P-418:dark gray volcanic glass, hydrated, vicinity of Kraskino Village, 214/1: green volcanic glass, dike, the right bank of Vinogradnaya river, 237, 237/2: green volcanic glass, dyke, ibid, P-419, P-419/1: green volcanic glass, the left bank of Vinogradnaya river (Olenii creek).

Chemical (lime) analysis of rocks carried by atomic emission spectroscopy with inductively coupled plasma spectrometer ICAP6500 Duo (Thermo Electron Corporation, USA). Determination of Ni, Cr, V, Sc, Cu, Pb, Mo, Ga performed using an optical spectrum analysis at the Analytical Center FEGI FEB RAS; other elements - using neutron activation analysis in reactor research center at the University of Missouri (Analyzed M.D. Glascock).

表 8 シュコトヴァ台地における火山ガラスの化学組成 (wt%) および微量元素濃度組成 (ppm)

元素	II-534/1	II-558/3	II-572/2	II-571	II-567
試料№	1	2	3	4	5
SiO ₂	56.74	57.03	55.79	55.27	55.54
TiO ₂	1.62	1.41	1.37	1.36	1.36
Al ₂ O ₃	15.03	15.01	15.38	15.44	15.30
Fe ₂ O ₃	2.8	2.61	10.32*	10.61*	10.49*
FeO	6.96	7.18			
MnO	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
MgO	5.47	5.44	5.73	5.80	5.89
CaO	7.28	7.36	7.36	7.54	7.41
Na ₂ O	3.46	3.43	3.27	3.26	3.36
K ₂ O	0.54	0.49	0.47	0.50	0.47
P ₂ O ₅	0.22	0.17	0.17	0.17	0.17
H ₂ O-	0.02	0.02			
п.п.п.	0	0			
合計	100.28	100.29	100.53	100.09	100.13
Ni	60	63	66	63	65
Co	35	35	36	36	36
Cr	156	155	160	157	160
V	143	142	142	145	145
Sc	14	14	15	15	15
Cu	43	49	55	58	53
Zn	107	103	134	106	101
Ga	20	20	20	19	20
Ge	0.88	0.91	0.9	0.9	0.93
Mo	0.97	0.95	0.85	0.89	0.73
Rb	12	12	12	14	12
Cs	0.22	0.21	0.25	0.23	0.21
Sr	350	306	300	301	297
Ba	166	148	143	162	145
Y	19.52	18.62	18.59	18.67	18.56
Zr	97	87	85	87	86
Nb	7.58	5.91	5.64	7.6	5.71
Ta	0.4	0.31	0.28	0.39	0.3
Hf	2.44	2.25	2.17	2.19	2.25
La	6.52	6.29	6.32	7.03	6.44
Ce	15.41	14.63	14.52	15.99	14.76
Pr	2.09	1.94	1.9	2.03	1.93
Nd	12.97	12.08	11.79	12.09	11.88
Sm	4.22	4.03	3.87	3.83	3.92
Eu	1.49	1.42	1.39	1.36	1.38
Gd	3.98	3.79	3.8	3.78	3.76
Tb	0.68	0.67	0.67	0.66	0.66
Dy	3.52	3.53	3.5	3.54	3.49
Ho	0.57	0.58	0.57	0.57	0.57
Er	1.74	1.81	1.79	1.8	1.77
Tm	0.25	0.26	0.26	0.26	0.26
Yb	1.5	1.53	1.57	1.56	1.55
Lu	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22
Pb	2.93	2.61	2.78	2.62	2.31
Th	0.83	0.84	0.87	0.97	0.89
U	0.3	0.3	0.3	0.35	0.31

Note : 1: Ilistaya -1 source, 2: Ilistaya -2 source, 3: Ilistaya -3 source, 4: Ilistaya - 4a source, 5: Ilistaya -5 source, 6: Ilistaya -6 source, 7: Arsen'evka source, 8: Poporechnaya source. All the iron is defined as Fe₂O₃.

Determination of trace elements by the method of ICP-MS with a mass spectrometer and Agilent 7500 (Agilent Technologies, USA) in the Analytical Center of FEGI FEB RAS. Chemical analysis for P -534 /1 and S - 558/3 were performed by atomic emission spectroscopy with inductively coupled plasma spectrometer ICAP6500 Duo (Thermo Electron Corporation, USA) in the same place , and P -572 /2, F -571, and F -567 were performed by the X-ray fluorescence spectrometer using S4 Pioneer ("Bruker AXS", Germany) at the Institute of Geochemistry SB RAS.

下部に認められる。ハイアロクラスタイトと枕状溶岩は、様々な厚さのマッシュヴで多孔性の安山岩溶岩（1～7m）に被覆する・される関係である。

4. イリスタヤ川流域の火成ガラス

(1) イリスタヤ川流域の地質の特徴

シュコトヴァ火山台地は、沿海地方南部に位置し、西はラズドルナヤ川から、東はパルチザンスク川まで広がる。玄武岩溶岩はおよそ 1500km² を覆う。台地の標高は 500～700m で平坦であり、針葉樹林が被覆する。台地中央部はモクルイ山地と呼ばれるドーム形の地形を呈して分水嶺となり、標高は 800m を超える。この周辺では湿原が発達し、イリスタヤ川、アルセニエフカ川、パルチザンスク川、アルテモフカ川などの河谷が発達する。イリスタヤ川はモクルイ山地の北側に端を発する。イリスタヤ川とプラヴァヤ・イリスタヤ川の上流域と中流域は玄武岩の分布域である。源流域の緩やかな緩斜面の下流は、すぐに急峻な地形となり、箱形の河谷に変化する。現在のイリスタヤ川本流とプラヴァヤ・イリスタヤ川の合流部は、玄武岩シートおよびそれと隣接する古生代の基盤岩の接触部分に形成されている。イリスタヤ川およびその支流のプラヴァヤ・イリスタヤ川河谷の浸食深度は、約 200m に達する。プラヴァヤ・イリスタヤ川の現在の浸食高度は、古流路（玄武岩上に形成された）より 50～80m 低くなっている。この証拠はプラヴァヤ・イリスタヤ川の両岸に分布する古生代基盤岩に示されている。

現在のシュコトヴァ台地の河川システムの源流は中新世後期の大規模な玄武岩の噴出以降である。鮮新世後期から前期更新世前葉には、全球的な海面上昇に伴う隆起が沿海地方でも生じて、200m 近い隆起が生じた（Геология СССР 1969）。この時期にプラヴァヤ・イリスタヤ川は形成された。プラヴァヤ・イリスタヤ川の地形は、厚さ 180m に達する層状の玄武岩を開析して流下すること、そして気候変動と継続的な流水によって特徴付けられる。

プラヴァヤ・イリスタヤ川流域の斜面は急峻で、しばしば断崖を形成し、地すべり地形が形成されている。イリスタヤ川とプラヴァヤ・イリスタヤ川の河谷形成史は、両河川の河岸の形態として記録され、それらの地形の上に考古遺跡が残された。

(2) プラヴァヤ・イリスタヤ川の黒曜石産地の地質学的特徴

シュコトヴァ台地のハイアロクラスタイトの露頭の分布は、過去の台地（玄武岩台地が形成される以前）の形態と、北西方向に伸びる主流の河谷の流路に規定されている。アルセニエフカ川上流とマラヤ・イリスタヤ川にはハイアロクラスタイトの分布しない地域があり、それによって分布域は二分されている（図 20）。この河谷を充填するプロセスで、玄武岩溶岩は何度も堰止め湖を形成した。

ハイアロクラスタイトはシュコトヴァ台地の下部にのみ出現する。ハイアロクラスタイトの露頭は安山岩の枕状溶岩と層位的に関連して分布している。これらの岩石の主な露頭は、上に述べてきた河谷の両岸で集中して確認することができる。これらの露頭では、枕状溶岩が急冷破碎したことにより、ハイアロクラスタイト中に多量の火成ガラスを含む。

さらに、別タイプの火成ガラスが、溶岩の上部と下部に、表面が急冷された薄層として形成されている。たいていの場合、舌状溶岩には火成ガラスが形成されている。このタイプでは、水冷破碎物は認められない。パラゴナイト化したガラスは、水との接触する環境だったことを示している。

このような生成様式の相異は火成ガラスの色の違いを生じている。ハイアロクラスタイト中で急冷破碎した枕状溶岩は、典型的な黒色の火成ガラスである。急冷破碎した舌状溶岩は大抵、暗青色もしくは青色で、場所によって灰色に変化する。より詳細な特徴の記載がこれらの露頭で将来的に求めら

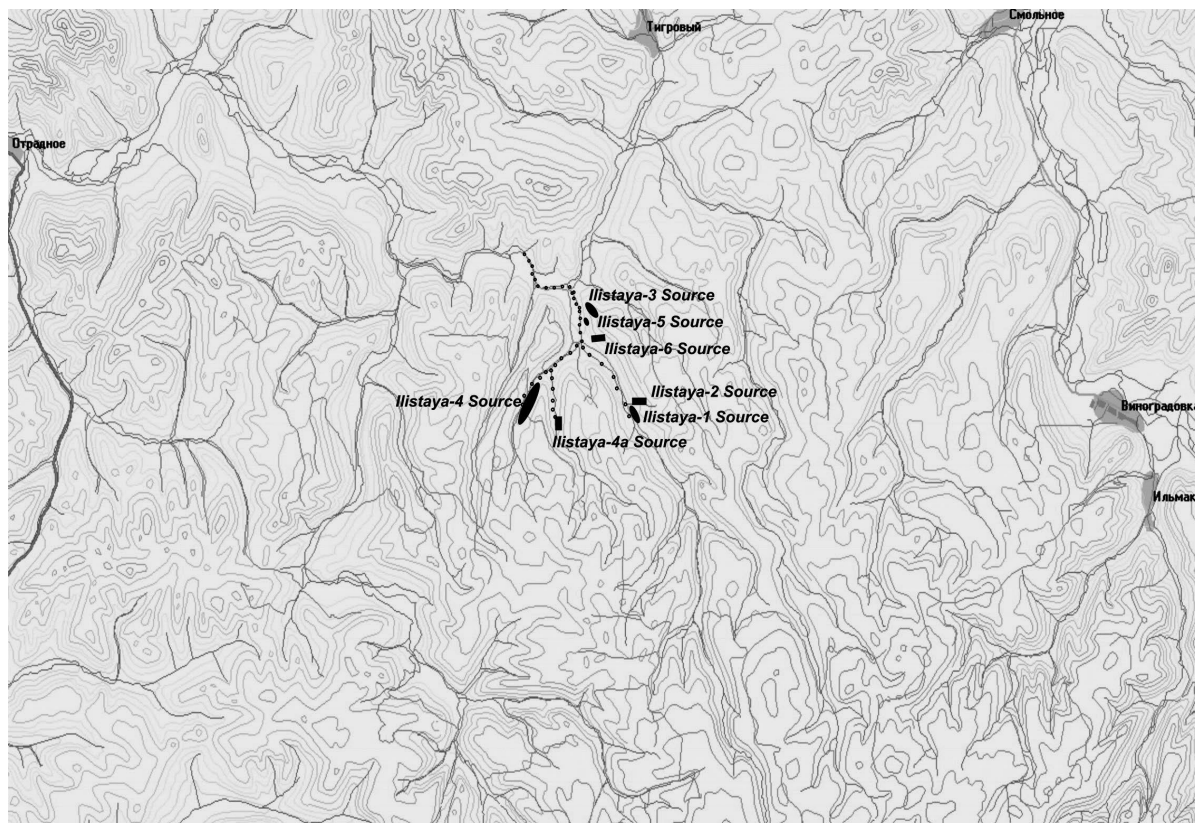


図 21 イリスタヤ火成ガラス産地の位置

れる。現河床の河成堆積物中には様々なサイズ、質、生成タイプの火成ガラスが含まれており、副次産地を形成している。

プラヴァヤ・イリスタヤ川の3箇所の産地から採取した火成ガラスのK-Ar年代測定値は、これらの形成年代が中新世後期であることを示している（表6）（Popov et al. 2009）。

(3) 火成ガラス山地の地質学的特徴

プラヴァヤ・イリスタヤ川流域の地質調査によって、ハイアロクラスタイトおよび枕状溶岩と関連する火成ガラス（タイプ1）と、急冷破碎した薄い舌状溶岩（タイプ2）と関連する、計7箇所の火成ガラス産地を確認した（図21）。以下では、二つの産地タイプの例として、イリスタヤ1産地とイリスタヤ4a産地、さらに考古遺跡（ティグロヴィ8遺跡）が確認されているイリスタヤ3産地（Попов и др. 2010）について記載する。

a. イリスタヤ1産地

イリスタヤ1火成ガラス産地はプラヴァヤ・イリスタヤ川の右岸に位置する。地理学座標は、43°45,366'N、132°46,179'Eである。

この産地は高さ8m幅120mを計る露頭であり、枕状溶岩、安山岩、およびハイアロクラスタイトが観察される（写真4）。周辺で最も大きなこの露頭は、複数の枕状溶岩からなり、しばしばチューブ状急冷帯を伴う。枕状溶岩は周辺の状況によって不規則に変化する。周囲はラバクラスティック岩が、マッシュヴで多孔質の玄武岩質枕状溶岩を覆っている。

枕状溶岩の外殻は黒色の火成ガラスからなり、青色は少ない。枕状溶岩内部は灰色のガラスからなり、



写真4 イリスタヤ1産地の露頭



写真5 イリスタヤ1産地の枕状溶岩の産状

中心に向かって徐々にガラス質溶岩となる。比較的小さなサイズの枕状溶岩（直径 20cm 以下）はマッシヴなパーライト部分が黒色の火成ガラスとなっている（写真5）。

ハイアロクラスタイトは枕状溶岩の間のギャップを埋めている。凹球状の黒色ガラス破片のサイズは様々で、黄灰色のシルト質砂によって周囲が充填されている。ハイアロクラスタイト中の火成ガラス破片は確実に枕状溶岩の破片である。

プラヴァヤ・イリスタヤ川上流部の別地点には、直径が 1m におよぶ球形あるいは卵形（風船形）の枕状溶岩が形成された興味深い露頭がある。枕状溶岩の外殻は 10 ～ 15cm の黒色ガラスで構成されている。その枕状溶岩の内部は、無斑晶の溶岩で構成され、多数の亀裂が内部に到達している。枕状溶岩と枕状溶岩の間隙を充填するのは、デスクバメーション型のハイアロクラスタイトである。その露頭の下底では、河流でハイアロクラスタイトの構成物が脱落もしくは溶脱した結果と考えられる長さ 3m、高さ 0.9m の空隙がある（写真6）。イリスタヤ1産地における火成ガラスの総量は、露頭を構成する岩石全体の 15 ～ 20% である。



写真6 プラヴァヤ・イリスタヤ川上流部のハイアロクラスタイト露頭に形成された空隙

b. イリスタヤ3産地

イリスタヤ3産地は、プラヴァヤ・イリスタヤ川右岸の比較的高位の段丘面（河床からの比高 250m）に立地する（図22）。地理学座標は 43° 46,456' N、132° 45,071' E である。ティグロヴィ 8 遺跡が確認されている。この産地は枕状溶岩岩屑とハイアロクラスタイト岩屑が崩積堆積物として供給されている。黒色の火成ガラスが大量に含まれる。

重機で側溝がつくられた際に、ハイアロクラスタイト岩屑と枕状溶岩岩屑の分布が確認できた。側溝の両側 200m に斜面堆積物中に大量の火成ガラスが含まれていた。斜面堆積物は非常に質の良い黒

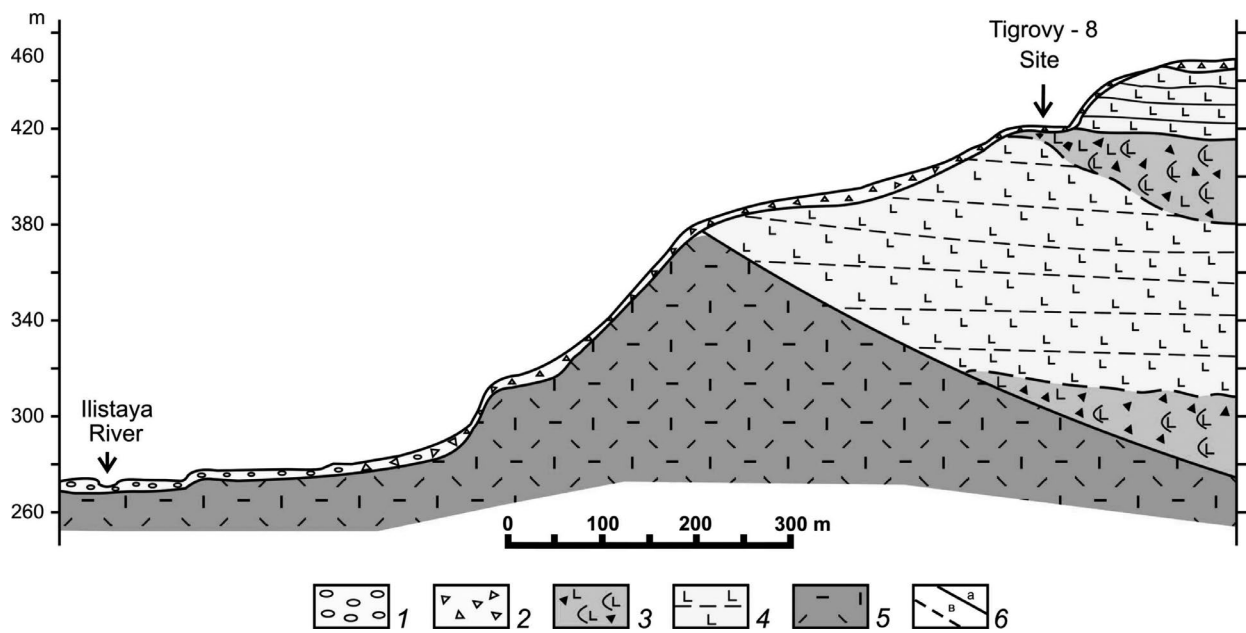


図 22 ティグロヴィ 8 遺跡の位置と地質断面

色の火成ガラスを含む枕状溶岩の破片から構成されていた。火成ガラス破片のサイズは 0.5 ～ 10cm である。この産地の特徴は、枕状溶岩が卓越し、デスクバメーション型のハイアロクラスタイトが非常に少ないことである。これはパラゴナイト化したガラスなど火成ガラスの急冷様式の相異からも枕状溶岩が優勢であることが説明できる。

推定される枕状溶岩の層厚は 20 ～ 30m である。ハイアロクラスタイトと枕状溶岩は、シュコトヴァ台地の基盤岩を覆っている。デボン紀の凝灰質砂岩片が遺跡から 50m 低い河床付近の急斜面で確認されている。イリスタヤ 3 産地の火成ガラスの総量は枕状溶岩とハイアロクラスタイトから構成される層の 30% 程度だと見なされる。

c. イリスタヤ 4a 産地

イリスタヤ 4a 産地は、イワノフカ川の中流とスホイ川の流域に跨がって分布する（イリスタヤ 4a 産地の高位）。イワノフカ川の露頭で調査を行った。調査地点の地理学座標は、43°45,410'N、132°44,477'E である。イリスタヤ 4 産地より層位的に上位の安山岩とハイアロクラスタイトに関連する産地である。イワノフカ川の右岸で、長さ 25m 高さ 3m 程度の露頭に、マッシヴで多孔質な枕状溶岩が確認されている。薄い溶岩流（0.5 ～ 1.5m）が層状に堆積している。舌状溶岩を写真 7 に示



写真 7 イリスタヤ 4a 産地の舌状溶岩

す。5～10cmの急冷部分に形成された火成ガラスを溶岩流の上部と下部にもつ。舌状溶岩が層をなして堆積しており、ガラス部の最大厚は30cmに達する。

火成ガラスは暗青色、青色、稀に灰色を呈する。暗青色ガラスは外殻部分で、灰色のレンズは内部の急冷帯で、中心に向かって結晶質となる。最も厚い青色ガラスには直径1cm程度の急冷破碎球状物質が含まれる。火成ガラスからなる舌状溶岩の外殻は、溶岩の流下構造の長軸に沿ってスムーズな表面が形成されている。溶岩と水が接触した兆候（ハイアロクラスタイトのパラゴナイト化したガラスの存在）は、認められない。

火成ガラスの総量は、この露頭全体の中で5～10%未満である。イワノフカ川の河成堆積物中では、火成ガラスはその特徴的な色調のため、非常に見つけやすい。青色火成ガラスの礫はイワノフカ川からさらに下流のイリスタヤ川及びプラヴァヤ・イリスタヤ川まで追跡可能である。プラヴァヤ・イリスタヤ川の河床では、イリスタヤ4及び4a産地の火成ガラス礫を容易に採集可能である。

(4) プラヴァヤ・イリスタヤ川とイリスタヤ川の河成堆積物中の火成ガラスの分布

河成堆積物中の黒曜石の分布の特徴は、川の年間流量、その季節変化、季節的あるいは台風による氾濫で変化する。2007年の秋の巨大台風によって、甚大な浸食と大量の運搬がスホイ川で生じたことを我々は記録した。台風通過後、水位が低下して河床礫が露出した状況で、淘汰があまりされていない状態の火成ガラス岩屑が大量に供給されていた。イリスタヤ4産地からは枕状溶岩とハイアロクラスタイトに由来する黒色火成ガラスが、またイリスタヤ4a産地からは青色火成ガラスが、そしてそれ以外の産地からも流下していた。

イリスタヤ川とプラヴァヤ・イリスタヤ川における火成ガラス礫の形態的特徴と数量を検討すると、距離に応じて数量が減り、サイズが小さくなっていることがわかる。同時に、円磨度は高くなってゆく。イリスタヤ川の黒曜石産地から45km下流のイワノフカ地区では、比較的小さな、円磨度の高い火成ガラス転礫（直径7cm未満）を採集できる。このような転礫はもっとも「入念な加工」が進められたといえる。すなわち、人の手を経ずとも、集められ、選ばれ、そして加工された、利用しやすい石器石材と言える。

引用文献

- Ред. Я.В. Кузьмин, В.К. Попов. 2000. *Вулканические стекла Дальнего Востока России: геологические и археологические аспекты* / Владивосток: ДВГИ ДВО РАН, 186 с.
- Геология СССР. Т. XXXII. Приморский край. Ч. 1. М.: Недра, 1969. 690 с.
- Крупянюк А.А., Табарев А.В. 2001. *Археологические комплексы эпохи камня в восточном Приморье*. Новосибирск.
- Попов В.К., Шекли С. 1997. Обсидиан Приморья: первые результаты археолого-геологической корреляции // *Вестник ДВО*, №3. С.77-85.
- Попов В.К., Ключев Н.А., Слепцов И.Ю., Доelman Т., Торренс Р., Кононенко Н.А., Вайт П. 2010. Гиалокластиты Шко-товского базальтового плато (Приморье) – важнейший источник археологического обсидиана на юге Дальнего Востока России // *Приоткрывая завесу тысячелетий: к 80-летию Жанны Васильевны Андреевой*: сб. науч. тр./ отв. Ред. Н. А. Ключев, Ю.А. Вострецов./– Владивосток: ООО «Рея», С. 295-314.
- Рассказов С.В., Ясныгина Т.А., Саранина Е.В., Масловская Е.Н., Фефелов Н.Н., Брандт И.С., Брандт Б.С., Коваленко С.В., Мартынов Ю.А., Попов В.К. 2004. Средне-позднекайнозойский магматизм континентальной окраины Японского бассейна: импульсное плавление мантии и коры юго-Западного Приморья // *Тихоокеанская геология*. Т. 23. №6. С. 3-31.

II -C: ロシア沿海地方の地質発達史および新生代火山活動の特徴

Ханчук А.И. (ред). 2006. *Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн.* Владивосток: Изд-во Дальнаука, 572р.

Popov V.K., Solyanik V.A. and Fedoseev D. G. 2009. Decorative Volcanic Glasses from Hyaloclastites of Shkotovo Basaltic Plateau (Primorye, Russia). *The Journal of The Gemmological Association of Hong-Kong*. Vol. XXX. P. 51-56.

D. 厚真町上幌内モイ遺跡旧石器地点出土黒曜石石器の原産地推定： EPMA による黒曜石ガラスの化学組成

和田恵治・向井正幸・出穂雅実・赤井文人・中沢祐一

1. はじめに

黒曜石は緻密で均質な火山ガラスと微量の結晶からなる。黒曜石ガラスの組成分析には、軽元素でも高い精度で微小領域を分析できる電子プローブマイクロアナライザ（EPMA）が有用である（向井ほか 2000、和田ほか 2003 など）。EPMA によるガラスの分析は径 10 μ m 程度の電子ビームを試料に照射して行う。本研究では、EPMA を使った組成分析によって北海道厚真町上幌内モイ遺跡旧石器地点から出土した黒曜石石器（Izuho et al. 2009）の原産地推定を試みた。本研究では合計 158 点の黒曜石石器を分析し（1 点のみ擦文時代の試料を含む）、155 点の原産地を推定した。しかし水和や被熱を受けた石器表面ではアルカリ元素が組成移動している可能性が高く、主成分元素による EPMA を使った非破壊分析では石器の表面状態によっては正しく原産地推定がなされなかった試料もあった。

我々は、黒曜石石器ガラスの分析値を原産地推定する上で「分析値 Fit 度合い点数（F 値）」の指標を使って原産地推定の確実度を表した。原産地推定の確実度が比較的高いと判断した F 値が 25 以上のモイ遺跡石器の原産地割合は、十勝三股産が 93%（127 点）、白滝産赤石山系列が 6%（8 点）、白滝産十勝石沢系列が 1%（2 点）であった。ただし、十勝三股産と白滝産では主成分組成が類似しており、CaO 量のわずかな違いで両者は区分される。非破壊分析において石器表面の状態によっては分析値が変動するため、この効果が CaO 量にも影響を与えるものであれば、この原産地割合は変わる可能性がある。

2. 上幌内モイ遺跡旧石器地点出土黒曜石産地同定試料の抽出過程

産地同定分析の対象となったのは出土した黒曜石石器 1,400 点のうち 82 点である。破壊を伴う分析対象が 6 点、非破壊による分析が 82 点である。6 点（接合資料から抽出）については、破壊と非破壊の両方を行った。破壊分析と非破壊分析のそれぞれの試料について以下に説明する。

破壊試料は、接合資料 6 点（報告書：上幌内モイ遺跡（1）p.145 接合 9～接合 11、p.146 接合 12・接合 13）を抽出した。接合資料のうち細片（数 mm の細片）となっているものをまず対象とし、やむをえない場合、剥片を対象として、計測に大きく影響しない箇所を破壊して試料を確保した。これらの破壊試料についてはさらに非破壊による分析を行った。

非破壊試料の対象は、細石刃、削器等のツール全点、細石刃核、最大長 2cm 以上の剥片である。

なお、参考試料として、擦文時代の石器 1 点について破壊・非破壊分析を行った。

3. 石器試料の分析方法

(1) 微少部分破壊分析

EPMA による微少破壊分析は黒曜石石器の微小部分（1-3mm 程度）を抜き取り、それを樹脂に包含し研磨した試料を組成分析する方法である。これはいわゆる破壊分析にあたるが、この方法の利点は、一枚の薄片（4.8mm x 2.7 mm）に 50 点以上の石器を埋め込めるので一度に多数点の分析が可能であり、微小領域を測定できる EPMA の特徴を活かしたものである。また、薄片作成時において試料表面の削りと研磨を行うので、風化や水和による組成変動の影響を受けた石器最表面が除去される

利点がある。また凹凸のない鏡面分析となるため、分析値は精度良く分析誤差も小さくなり、分析値の信頼度が非常に高くなる。さらに、透過試料なので顕微鏡観察が可能であり、黒曜石の微細組織の特徴からも原産地を同定する手がかりが得られる。

本研究では7試料のみ石器の微少破壊分析を行うことができた。7点の石器破片は、カバーガラス上に両面テープで貼り付けた円筒形アルミリングの中に格納し、樹脂（ペトロポキシ）で充填した。その樹脂試料を研磨し、スライドガラスに貼り付け、その後、試料を厚さ 0.03mm 程度に削り、薄片試料とした。さらにダイヤモンドペーストで鏡面研磨し、表面に炭素蒸着を施した後、EPMA による分析を行った。

(2) 非破壊分析

本研究では 151 試料の石器表面を直接に組成分析する非破壊分析を行った。石器試料の表面の汚れを除去するために、アセトンで石器表面を拭いた後、エタノールと蒸留水の溶液に浸して 30 分間超音波洗浄した。

EPMA で分析できる石器の大きさは試料ステージに格納できる 8cm x 4.5cm x 2cm（高さ）以内に限られる。電子ビームの Z 軸（高さ）での移動範囲は 3mm 以内であるため、凹凸のある石器試料を試料ステージに設置する際は、この範囲内に収まるように石器の高さを調整しなければならない。今回のモイ遺跡の石器試料については、石器の大きさによって 1 枚のプレート（スライドガラスまたはプラスチック）上に 1～20 個の試料を載せて両面テープで固定した。表面に炭素蒸着を施した後、EPMA による分析を行った。

4. EPMA 分析方法

黒曜石ガラスの分析は、北海道教育大学旭川校の波長分散型電子プローブマイクロアナライザ（EPMA、JEOL-JXA8600）を使い、加速電圧 15 kV、電流値 0.8×10^{-8} A、電子ビームの走査領域を RDC モードで 2000 倍に設定し、 $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$ の平方範囲で 1 点の分析が行われた。測定元素は、Si、Ti、Al、Fe、Mn、Mg、Ca、Na、K、Cl の主成分 10 元素である。測定時間はピーク 15 秒、バックグラウンド 5 秒の条件で行った。補正は oxide ZAF 法による。測定方法及び分析精度については、和田ほか（2003）に示されている。

5. 分析結果

石器 158 点の黒曜石ガラスの分析結果を表 9 に示す。1 試料につき異なる測定箇所でも 10～13 点を分析し（破壊分析では 10 点）、その平均値をとった。非破壊分析では測定箇所により分析値の変動が大きく、真のガラス組成値を示さない結果もあったため、これらの値は平均から除去した。また石器 3 点については測定された分析値のどれも黒曜石ガラス組成値を示さず産地同定することができなかった。

実際の分析値における酸化物の合計平均を表 9 に示した。組成の比較のため、合計を 100% 換算した個々の酸化物の分析値を示した（表 9）。しかし実際の分析値の合計が 100wt.% を大きく下回るもの（数%～20 数%低い）は、100% 換算による誤差が大きくなる。

6. 非破壊分析における分析値の評価

前述したように非破壊分析において石器試料は超音波洗浄して表面の汚れを取り除いている。しかし試料が水和を受けていたり、被熱による汚れが強いものは（図 23）、分析値の合計が 100wt.% を大

表 9-1 上幌内モイ遺跡から出土した黒曜石石器ガラスの化学組成

分析	石器No.	測定数	生データの合計平均 (wt.%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	Total (wt.%)
破壊	2488	10	98.76	77.73	0.070	12.81	0.51	0.06	0.01	0.69	3.87	4.17	0.08	100
破壊	PFC006	10	99.20	77.78	0.048	12.80	0.34	0.03	0.05	0.71	3.98	4.21	0.05	100
破壊	35226	10	99.09	77.63	0.072	12.71	0.51	0.05	0.04	0.71	4.03	4.21	0.05	100
破壊	15897	10	98.91	77.66	0.053	12.74	0.53	0.06	0.04	0.70	3.97	4.21	0.05	100
破壊	モイ-3	10	99.03	77.37	0.065	12.82	0.73	0.05	0.04	0.70	4.00	4.14	0.08	100
破壊	36398	10	98.76	77.92	0.041	12.75	0.46	0.04	0.04	0.74	3.77	4.18	0.06	100
破壊	36512	10	98.74	77.73	0.043	12.79	0.36	0.03	0.04	0.75	3.98	4.24	0.05	100
非破壊	10388	9	95.85	77.85	0.046	12.79	0.34	0.04	0.03	0.72	3.83	4.27	0.08	100
非破壊	11518	8	94.98	77.44	0.052	12.83	0.50	0.04	0.04	0.73	3.91	4.40	0.06	100
非破壊	15934	7	95.67	76.67	0.050	12.56	0.43	0.06	0.05	0.45	2.52	7.15	0.06	100
非破壊	16407	8	98.66	77.73	0.056	12.87	0.54	0.03	0.03	0.71	4.03	3.94	0.08	100
非破壊	17009	10	96.70	77.68	0.051	12.72	0.46	0.09	0.05	0.71	3.87	4.29	0.08	100
非破壊	17012	4	83.99	78.25	0.038	12.62	0.40	0.04	0.03	0.77	3.20	4.61	0.05	100
非破壊	35212	8	101.46	77.20	0.041	12.97	0.64	0.05	0.05	0.62	3.38	4.98	0.06	100
非破壊	35232	7	93.78	77.69	0.05	12.84	0.39	0.06	0.04	0.74	3.76	4.33	0.09	100
非破壊	35251	8	99.30	77.34	0.046	12.91	0.74	0.06	0.05	0.69	4.10	3.98	0.08	100
非破壊	35256	8	96.36	77.56	0.072	12.85	0.56	0.06	0.03	0.73	3.86	4.20	0.08	100
非破壊	35273	5	92.80	78.27	0.059	12.89	0.35	0.02	0.04	0.68	3.62	3.99	0.07	100
非破壊	35292	8	92.79	77.89	0.06	12.69	0.49	0.07	0.04	0.78	3.59	4.30	0.08	100
非破壊	35361	9	97.02	77.72	0.043	12.72	0.50	0.04	0.03	0.72	4.03	4.12	0.08	100
非破壊	35397	8	97.52	77.58	0.054	12.93	0.32	0.06	0.03	0.73	4.08	4.14	0.07	100
非破壊	36231	8	100.39	77.85	0.039	13.02	0.37	0.04	0.04	0.60	4.15	3.82	0.06	100
非破壊	36291	2	95.09	77.89	0.000	13.06	0.26	0.12	0.05	0.67	3.95	3.92	0.07	100
非破壊	36510	6	98.89	77.72	0.046	12.89	0.36	0.03	0.03	0.69	4.14	4.01	0.08	100
非破壊	36527	8	95.56	77.61	0.052	12.94	0.49	0.07	0.04	0.76	3.80	4.19	0.05	100
非破壊	36538	8	96.07	77.74	0.039	12.91	0.38	0.06	0.03	0.74	3.79	4.25	0.06	100
非破壊	36569	8	91.28	77.64	0.045	12.61	0.50	0.07	0.04	0.80	3.76	4.47	0.07	100
非破壊	36570	10	97.29	77.65	0.039	12.82	0.42	0.06	0.05	0.72	4.02	4.15	0.06	100
非破壊	36582	8	97.93	77.79	0.058	12.73	0.87	0.09	0.03	0.72	3.50	4.14	0.07	100
非破壊	40401	8	97.66	77.60	0.070	12.80	0.67	0.07	0.04	0.70	3.99	3.97	0.09	100
非破壊	15197	5	98.89	78.08	0.06	12.70	0.56	0.06	0.04	0.63	3.96	3.85	0.05	100
非破壊	15840	5	83.81	77.56	0.09	12.53	0.84	0.08	0.08	0.81	3.16	4.80	0.05	100
非破壊	15848	8	101.94	78.26	0.04	12.95	0.42	0.03	0.04	0.65	3.70	3.82	0.09	100
非破壊	15852	1	102.61	78.35	0.08	13.16	0.43	0.07	0.04	0.52	4.20	3.10	0.04	100
非破壊	15855	8	91.92	77.59	0.08	12.57	0.43	0.05	0.05	0.78	3.75	4.64	0.07	100
非破壊	15874	8	101.23	77.40	0.04	12.96	0.33	0.07	0.02	0.68	4.61	3.83	0.05	100
非破壊	15875	8	95.48	78.08	0.04	12.81	0.29	0.03	0.03	0.68	3.80	4.13	0.10	100
非破壊	15878	9	95.12	77.88	0.07	12.69	0.40	0.05	0.04	0.76	3.83	4.23	0.05	100
非破壊	15882	8	96.08	77.92	0.04	12.68	0.43	0.05	0.02	0.74	3.95	4.13	0.04	100
非破壊	15892	8	99.78	77.87	0.04	12.69	0.41	0.09	0.04	0.68	3.99	4.12	0.06	100
非破壊	15893	7	88.75	77.97	0.05	12.46	0.54	0.08	0.03	0.76	3.43	4.62	0.07	100
非破壊	15907	7	95.78	77.42	0.04	12.84	0.74	0.07	0.06	0.74	3.79	4.24	0.04	100
非破壊	15908	5	98.15	77.55	0.06	12.78	0.36	0.07	0.05	0.69	4.11	4.25	0.06	100
非破壊	15912	8	97.52	78.02	0.05	12.70	0.46	0.04	0.02	0.73	3.76	4.13	0.08	100
非破壊	15913	7	94.89	77.81	0.06	12.93	0.33	0.07	0.05	0.62	3.73	4.38	0.03	100
非破壊	15925	8	100.86	78.17	0.05	12.97	0.43	0.05	0.03	0.65	3.77	3.82	0.05	100
非破壊	15929	8	86.18	76.20	0.06	12.22	0.51	0.04	0.03	0.66	1.91	8.32	0.05	100
非破壊	15947	8	93.33	77.82	0.05	12.55	0.59	0.05	0.03	0.75	3.68	4.39	0.10	100
非破壊	15952	8	92.22	77.76	0.05	12.58	0.67	0.06	0.04	0.80	3.76	4.21	0.06	100
非破壊	15959	2	92.77	76.09	0.03	12.40	0.79	0.07	0.05	0.70	1.29	8.54	0.05	100
非破壊	16397	8	97.42	77.92	0.03	12.74	0.44	0.04	0.03	0.70	4.02	3.97	0.10	100
非破壊	16402	8	92.59	77.99	0.04	12.66	0.46	0.12	0.04	0.80	3.63	4.22	0.04	100
非破壊	16405	8	96.40	77.45	0.05	12.73	0.51	0.07	0.04	0.78	4.01	4.32	0.04	100

表 9-2 上幌内モイ遺跡から出土した黒曜石石器ガラスの化学組成

分析	石器No.	測定数	生データの合計平均 (wt.%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	Total (wt.%)
非破壊	16413	8	94.27	77.90	0.03	12.86	0.47	0.04	0.04	0.74	3.59	4.27	0.06	100
非破壊	16421	8	92.45	77.71	0.04	12.67	0.29	0.09	0.03	0.78	3.72	4.63	0.04	100
非破壊	16426	8	99.20	77.80	0.05	12.81	0.59	0.07	0.04	0.70	3.93	3.96	0.06	100
非破壊	16428	8	101.31	77.86	0.05	12.87	0.29	0.03	0.05	0.66	4.26	3.88	0.06	100
非破壊	16431	8	83.72	78.04	0.06	12.46	0.38	0.08	0.03	0.87	3.03	4.99	0.06	100
非破壊	16452	7	99.64	79.04	0.04	13.17	0.57	0.07	0.04	0.60	2.80	3.62	0.05	100
非破壊	16453	8	100.75	77.99	0.06	12.78	0.45	0.05	0.04	0.66	4.05	3.88	0.04	100
非破壊	16461	8	100.70	77.62	0.04	12.97	0.41	0.05	0.03	0.70	4.27	3.83	0.07	100
非破壊	16464	8	96.77	77.84	0.06	12.94	0.30	0.06	0.05	0.60	3.95	4.17	0.05	100
非破壊	16472	8	92.63	78.08	0.04	12.78	0.35	0.04	0.07	0.74	3.75	4.12	0.04	100
非破壊	16485	8	98.73	77.82	0.05	12.84	0.58	0.06	0.05	0.69	3.88	3.98	0.05	100
非破壊	16486	8	97.46	77.66	0.05	12.81	0.50	0.04	0.05	0.77	3.85	4.16	0.11	100
非破壊	16489	8	101.77	77.71	0.04	12.89	0.31	0.04	0.05	0.69	4.03	4.19	0.05	100
非破壊	16494	8	102.13	77.79	0.05	12.91	0.44	0.07	0.05	0.64	4.19	3.79	0.09	100
非破壊	16831	8	94.90	77.73	0.06	12.65	0.52	0.04	0.05	0.78	3.86	4.20	0.11	100
非破壊	16859	8	75.61	75.71	0.07	11.69	0.74	0.08	0.02	0.97	1.60	9.01	0.11	100
非破壊	17026	8	98.10	77.87	0.06	12.75	0.48	0.09	0.04	0.74	3.89	4.03	0.05	100
非破壊	17032	8	99.99	77.79	0.04	12.97	0.40	0.03	0.02	0.57	3.97	4.17	0.05	100
非破壊	17036	8	97.04	77.37	0.05	12.97	0.46	0.05	0.03	0.70	3.58	4.74	0.06	100
非破壊	17037	5	98.43	77.48	0.06	12.94	0.37	0.01	0.04	0.58	2.43	6.08	0.02	100
非破壊	17051	8	6.47	0.26	0.87	0.04	9.16	1.00	0.00	10.86	0.06	77.15	0.60	100
非破壊	17054	8	98.75	78.11	0.05	12.74	0.40	0.05	0.03	0.72	3.80	4.03	0.07	100
非破壊	17055	8	98.02	78.05	0.04	12.75	0.39	0.03	0.05	0.71	3.82	4.10	0.06	100
非破壊	17287	8	95.54	77.89	0.05	12.73	0.45	0.05	0.06	0.74	3.65	4.29	0.09	100
非破壊	17298	1	96.01	77.11	0.04	12.70	0.46	0.01	0.03	0.71	2.03	6.83	0.08	100
非破壊	17304	8	89.16	78.93	0.05	12.71	0.67	0.05	0.01	0.75	2.15	4.61	0.08	100
非破壊	17305	8	97.89	77.53	0.06	12.86	0.60	0.06	0.09	0.72	3.94	4.10	0.04	100
非破壊	17307	8	97.14	77.33	0.04	12.65	0.41	0.04	0.04	0.26	3.24	5.89	0.10	100
非破壊	18250	8	97.67	77.35	0.05	12.84	0.77	0.07	0.05	0.75	3.93	4.09	0.08	100
非破壊	35051	8	101.59	77.69	0.05	12.89	0.38	0.05	0.04	0.66	4.42	3.77	0.05	100
非破壊	35066	8	101.05	77.71	0.04	12.91	0.40	0.07	0.03	0.64	4.34	3.80	0.06	100
非破壊	35067	8	90.16	77.64	0.07	12.63	0.53	0.07	0.04	0.78	3.54	4.64	0.08	100
非破壊	35069	1	94.95	75.63	0.03	12.33	0.50	0.02	0.11	0.60	3.10	7.64	0.04	100
非破壊	35082	8	97.42	77.81	0.05	12.79	0.54	0.03	0.03	0.68	3.94	4.03	0.10	100
非破壊	35083	8	97.04	77.76	0.06	12.85	0.58	0.06	0.04	0.63	4.01	3.98	0.05	100
非破壊	35086	8	99.80	77.76	0.03	12.95	0.46	0.09	0.04	0.59	4.03	4.02	0.04	100
非破壊	35122	5	92.33	77.76	0.07	12.94	0.59	0.04	0.07	0.69	3.60	4.21	0.03	100
非破壊	35203	8	92.66	77.86	0.06	12.76	0.38	0.06	0.04	0.72	3.74	4.30	0.08	100
非破壊	35212	4	100.25	79.52	0.04	13.36	0.83	0.05	0.05	0.59	2.29	3.20	0.06	100
非破壊	35213	8	100.36	77.13	0.04	12.86	0.43	0.06	0.03	0.50	2.52	6.40	0.03	100
非破壊	35214	9	97.16	77.99	0.05	12.93	0.25	0.05	0.04	0.63	3.84	4.18	0.04	100
非破壊	35215	8	95.14	77.70	0.07	12.81	0.52	0.06	0.03	0.72	3.79	4.23	0.06	100
非破壊	35218	8	98.31	77.76	0.08	12.87	0.50	0.06	0.04	0.69	3.86	4.03	0.11	100
非破壊	35222	8	93.96	77.31	0.04	12.69	0.41	0.07	0.04	0.69	2.68	6.01	0.05	100
非破壊	35223	8	93.26	77.26	0.04	12.48	0.46	0.06	0.04	0.72	2.56	6.28	0.10	100
非破壊	35262	7	93.50	78.52	0.06	12.88	0.71	0.05	0.03	0.74	2.59	4.35	0.07	100
非破壊	35270	6	90.27	81.45	0.00	13.67	0.28	0.04	0.03	0.01	4.52	0.00	0.00	100
非破壊	35280	8	90.58	77.83	0.04	12.54	0.94	0.06	0.07	0.78	1.75	5.94	0.06	100
非破壊	35339	8	94.51	76.38	0.05	12.48	0.50	0.06	0.03	0.67	1.55	8.18	0.09	100
非破壊	35348	9	92.41	76.66	0.05	12.57	0.51	0.03	0.04	0.72	2.26	7.07	0.08	100
非破壊	35360	8	89.04	78.03	0.05	12.46	0.55	0.03	0.04	0.80	3.32	4.62	0.11	100
非破壊	35363	1	94.48	77.75	0.04	12.61	0.22	0.09	0.05	0.80	3.94	4.41	0.09	100
非破壊	35364	6	103.91	78.27	0.04	13.06	0.45	0.03	0.04	0.50	4.50	3.05	0.06	100

表 9-3 上幌内モイ遺跡から出土した黒曜石石器ガラスの化学組成

分析	石器No.	測定数	生データの合計平均 (wt.%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	Total (wt.%)
非破壊	35365	8	95.13	77.62	0.04	12.73	0.48	0.00	0.06	0.73	3.90	4.41	0.04	100
非破壊	35431	8	87.43	77.02	0.06	12.41	0.43	0.05	0.03	0.79	2.76	6.37	0.09	100
非破壊	35454	6	103.00	77.78	0.04	12.99	0.26	0.06	0.03	0.63	4.46	3.72	0.04	100
非破壊	36118	2	98.95	76.74	0.06	12.76	0.53	0.09	0.02	0.58	2.03	7.16	0.04	100
非破壊	36122	8	94.51	77.77	0.05	12.75	0.51	0.04	0.03	0.76	3.61	4.39	0.09	100
非破壊	36124	8	87.15	77.92	0.03	12.61	0.50	0.09	0.04	0.78	3.35	4.61	0.07	100
非破壊	36125	8	93.03	77.85	0.06	12.65	0.56	0.04	0.04	0.74	3.59	4.40	0.08	100
非破壊	36126	1	103.41	77.83	0.00	12.91	0.22	0.06	0.05	0.64	4.50	3.76	0.05	100
非破壊	36127	8	103.87	77.67	0.05	12.94	0.39	0.07	0.04	0.63	4.39	3.76	0.05	100
非破壊	36128	7	90.82	75.99	0.06	12.29	0.94	0.09	0.05	0.79	1.81	7.91	0.07	100
非破壊	36129	8	92.65	77.47	0.04	12.47	0.43	0.06	0.04	0.78	3.13	5.51	0.07	100
非破壊	36133	7	98.00	77.65	0.07	12.82	0.52	0.04	0.02	0.68	3.42	4.70	0.08	100
非破壊	36134	8	99.69	78.15	0.05	12.63	0.45	0.07	0.04	0.74	3.88	3.93	0.06	100
非破壊	36136	8	88.43	78.91	0.05	12.69	0.40	0.08	0.04	0.78	2.21	4.77	0.07	100
非破壊	36139	8	98.09	77.18	0.05	12.92	0.93	0.08	0.05	0.64	3.72	4.38	0.05	100
非破壊	36140	10	100.00	77.73	0.04	13.05	0.46	0.05	0.04	0.64	4.14	3.77	0.07	100
非破壊	36141	8	98.69	77.84	0.04	12.87	0.56	0.06	0.03	0.73	3.80	3.99	0.08	100
非破壊	36142	1	98.52	77.23	0.08	12.85	0.39	0.00	0.05	0.71	3.00	5.63	0.05	100
非破壊	36143	8	95.91	77.47	0.06	12.90	0.51	0.05	0.05	0.68	4.34	3.89	0.06	100
非破壊	36147	7	101.69	77.99	0.02	13.08	0.46	0.05	0.03	0.48	3.59	4.24	0.06	100
非破壊	36167	6	102.40	77.89	0.06	12.86	0.27	0.06	0.02	0.66	4.13	3.99	0.05	100
非破壊	36171	8	93.36	78.70	0.05	12.99	0.37	0.02	0.03	0.68	3.10	4.00	0.07	100
非破壊	36180	8	100.63	78.04	0.05	12.87	0.38	0.04	0.04	0.64	4.00	3.86	0.09	100
非破壊	36184	6	91.04	77.46	0.05	12.65	0.66	0.04	0.04	0.78	3.17	5.03	0.11	100
非破壊	36188	11	102.84	78.09	0.04	13.04	0.47	0.02	0.05	0.59	4.48	3.18	0.04	100
非破壊	36202	8	89.15	77.93	0.07	12.80	0.52	0.07	0.08	0.68	3.71	4.08	0.05	100
非破壊	36233	8	96.04	77.93	0.04	12.63	0.47	0.05	0.04	0.74	4.00	4.06	0.05	100
非破壊	36256	8	97.78	78.93	0.04	12.94	0.69	0.06	0.03	0.69	2.51	4.04	0.07	100
非破壊	36258	8	94.91	77.84	0.05	12.74	0.34	0.03	0.05	0.71	4.08	4.10	0.05	100
非破壊	36280	8	98.08	77.58	0.04	12.76	0.38	0.01	0.04	0.67	2.83	5.62	0.09	100
非破壊	36286	7	98.43	78.00	0.05	12.72	0.43	0.04	0.03	0.72	3.87	4.07	0.06	100
非破壊	36293	8	95.88	76.77	0.05	12.47	0.26	0.01	0.04	0.44	2.71	7.22	0.03	100
非破壊	36303	8	101.34	77.10	0.05	12.75	0.39	0.04	0.05	0.63	2.85	6.07	0.06	100
非破壊	36319	8	98.55	77.44	0.04	12.91	0.35	0.03	0.04	0.68	3.53	4.92	0.06	100
非破壊	36321	8	96.79	77.98	0.05	12.83	0.38	0.01	0.04	0.63	3.88	4.16	0.04	100
非破壊	36324	8	96.55	77.84	0.04	12.69	0.45	0.05	0.04	0.75	3.87	4.22	0.04	100
非破壊	36328	8	98.20	77.01	0.05	12.63	0.50	0.04	0.02	0.69	2.75	6.21	0.08	100
非破壊	36355	7	80.61	76.84	0.04	12.05	0.39	0.05	0.03	0.87	2.10	7.55	0.08	100
非破壊	36356	8	93.35	77.17	0.06	12.53	0.60	0.07	0.04	0.69	2.59	6.19	0.08	100
非破壊	36366	7	102.41	77.65	0.05	12.92	0.37	0.03	0.04	0.61	4.41	3.86	0.06	100
非破壊	36377	8	99.63	77.71	0.05	12.76	0.46	0.07	0.04	0.65	3.73	4.47	0.05	100
非破壊	36386	7	95.14	77.16	0.04	12.72	0.50	0.05	0.05	0.59	2.69	6.16	0.05	100
非破壊	36387	8	85.92	77.35	0.05	12.27	0.82	0.07	0.03	0.72	1.73	6.87	0.08	100
非破壊	36390	8	98.24	77.92	0.05	12.88	0.44	0.04	0.03	0.67	3.99	3.91	0.06	100
非破壊	36408	8	100.65	77.78	0.04	12.82	0.43	0.05	0.03	0.67	4.17	3.96	0.05	100
非破壊	36422	8	98.69	77.80	0.05	12.91	0.42	0.05	0.04	0.71	3.90	4.07	0.05	100
非破壊	36423	7	97.95	76.77	0.04	12.50	0.44	0.01	0.05	0.73	1.99	7.40	0.10	100
非破壊	36426	8	92.68	77.93	0.04	12.60	0.46	0.06	0.02	0.80	3.49	4.52	0.07	100
非破壊	36555	10	99.96	77.57	0.05	12.98	0.50	0.05	0.03	0.62	4.16	3.99	0.05	100
非破壊	36580	7	84.36	77.44	0.08	12.24	0.95	0.10	0.03	0.86	3.34	4.87	0.10	100
非破壊	36599	8	104.43	77.85	0.04	12.82	0.70	0.05	0.05	0.54	4.17	3.74	0.05	100
非破壊	40409	7	96.58	77.45	0.05	12.56	0.44	0.08	0.04	0.66	2.80	5.86	0.06	100
非破壊	50979	13	91.76	77.86	0.05	12.73	0.30	0.04	0.02	0.69	3.67	4.57	0.06	100

きく下回るか、上回ってしまう。また試料の測定面に凹凸があり、平滑な測定面が確保されない場合、分析値の精度は低下する。今回の非破壊分析による結果では、試料によって分析値の精度が悪いものがあつた。これらは、分析する石器試料の測定面を変えるなど注意深い再測定を行うことで分析値が改善される可能性があるが、現時点では再測定は行っていない。

角縁・宇都宮（2002）は黒曜石試料の XRF 分析において、K や Rb のような LIL 元素が水和や風化による影響を受けやすい元素であると指摘している。またモイ遺跡の石器試料は一部被熱を受けた痕跡が知られている（Izuho et al. 2009, Nakazawa et al. 2009）。加熱実験によって得られた黒曜石石器表面に認められるヒビやクラックなどの被熱痕跡（中沢 2000）と二次電子像で観察される今回分析した石器試料表面の模様（図 23）は類似している。また木灰中の黒曜石を加熱した実験では、被熱を受けた黒曜石はとくに Na_2O が増加する組成変化が確かめられている（向井 2003）。

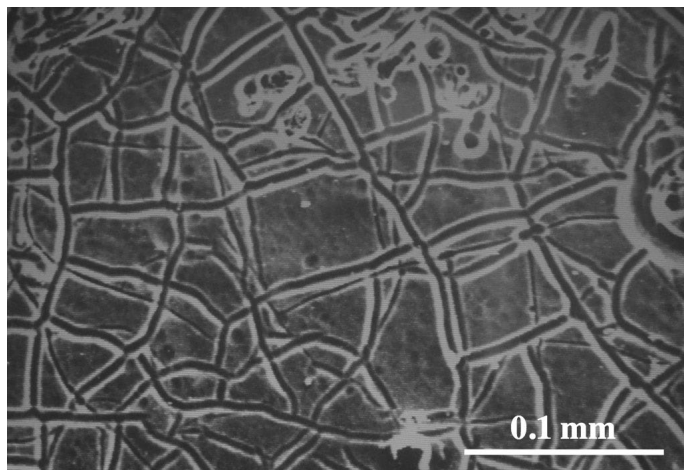


図 23 被熱痕跡を示す石器表面の二次電子像

今回の分析結果では、分析値の合計が 100wt.% を大きく下回る場合は、 Na_2O が低く、 K_2O が高くなる傾向がある。また合計が 100wt.% を超える場合は、 Na_2O が高く、 K_2O が低くなる傾向がある。前者は、水和による組成変化が大きく影響し、後者は試料が焼かれたことによる組成変化が原因であると推測される。水和や被熱による組成変化で特に大きく組成が変動するのはアルカリ元素であり、それに伴って SiO_2 が大きく変わる。しかし他の主成分、とくに重量%が 1%以下の成分（ TiO_2 、 FeO 、 MnO 、 MgO 、 CaO 、 Cl ）は、100%換算によるよりも、測定された分析値が真の値に近いと判断した。とくに CaO 量は原産地推定の鍵になる成分であり、この効果は大きい。

7. 原産地推定の方法

(1) 北海道産の黒曜石ガラスのスタンダード組成

北海道産黒曜石の黒曜石ガラスの化学分析値は、原産地黒曜石ガラスのスタンダードとなる（和田・向井 2007、向井 2010）。ここでは北海道の黒曜石原産地における 16 の組成グループとモイ遺跡の石器黒曜石ガラスの化学分析値とを比較して、モイ遺跡の黒曜石石器の原産地を推定した。

黒曜石ガラスの主成分の中で、 CaO 量は原産地毎の組成差を最も敏感に表す（向井ほか 2000、和田ほか 2003）。ここで、 CaO を基に他のいろいろな酸化物の組み合わせの分散図を 10 個作成した。 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ （図 24）、 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2/\text{CaO}$ （図 25）、 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ （図 26）、 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2/\text{FeO}$ （図 27）、 CaO-SiO_2 （図 28）、 CaO-TiO_2 （図 29）、 CaO-FeO （図 30）、 CaO-MgO （図 31）、 $\text{CaO-K}_2\text{O}$ （図 32）、 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Cl}$ （図 33）である。それぞれの原産地は固有の黒曜石ガラス組成を示すので、これらの分散図に石器の分析値をプロットして産地推定を行うことができる。

(2) 分析値 Fit 度合い点数（F 値）

モイ遺跡の石器黒曜石ガラスの組成が、北海道産黒曜石のスタンダード組成の 10 個の散布図それぞれにおいて、どの原産地の組成に適合するか、1 個ずつデータを図にプロットして比較した。ここで、

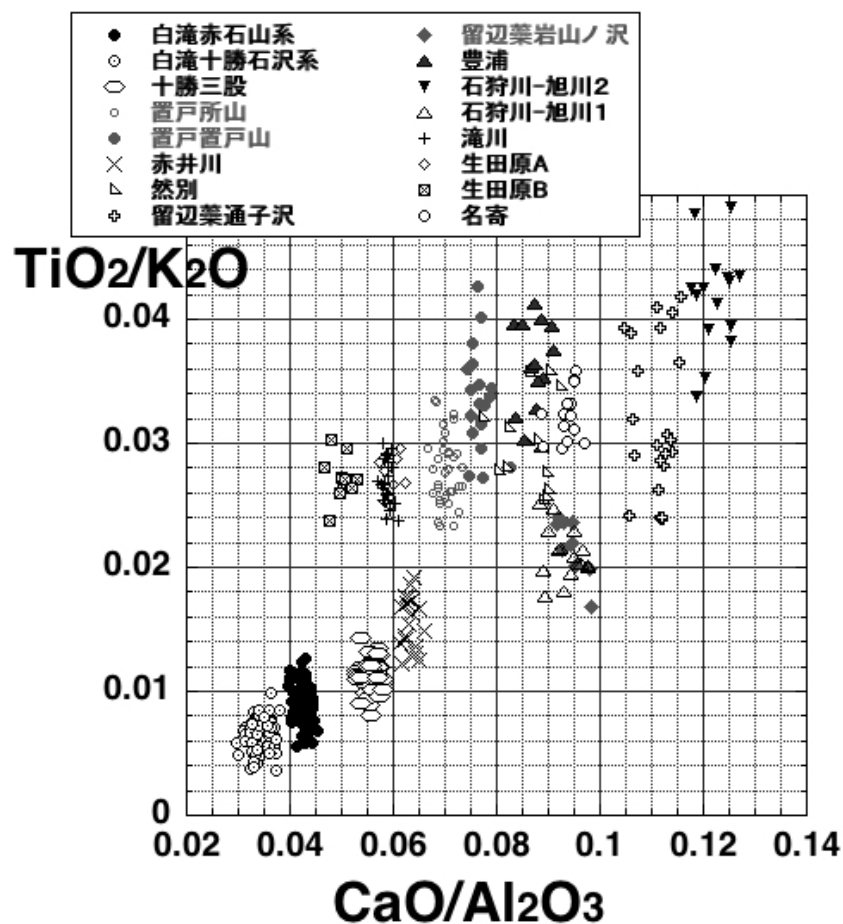


図 24 $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ vs. $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 組成図

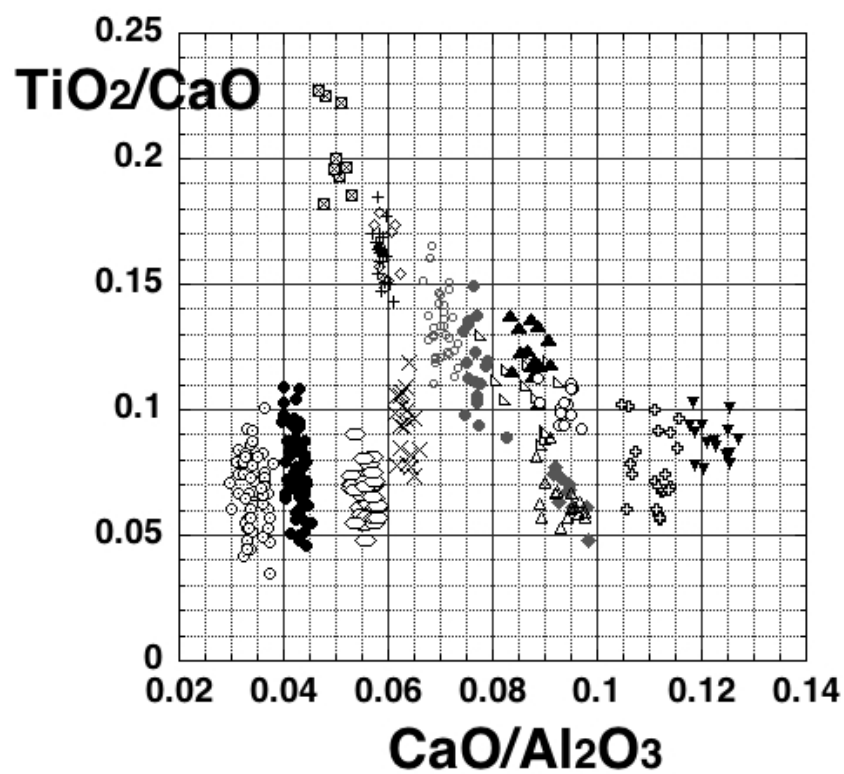


図 25 TiO_2/CaO vs. $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 組成図

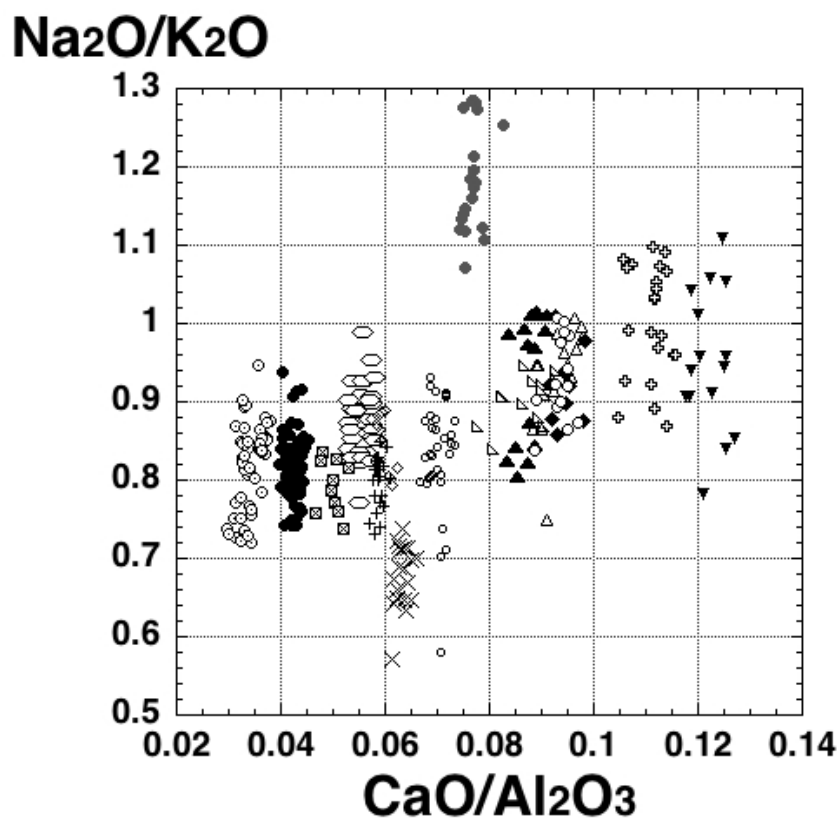


図 26 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 組成図

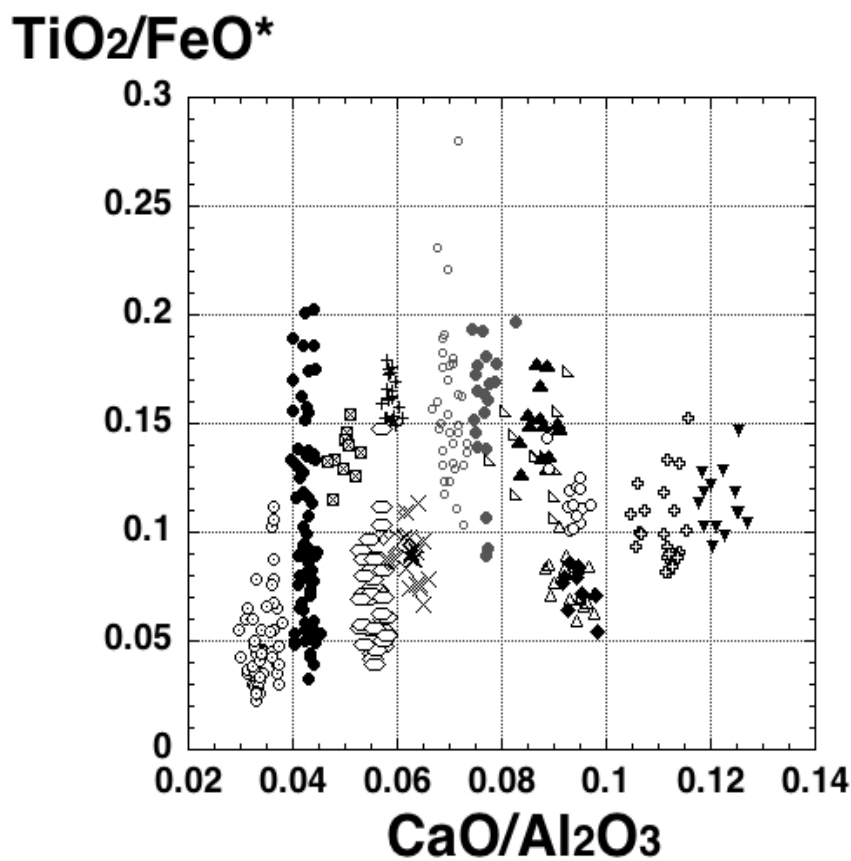


図 27 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. $\text{TiO}_2/\text{FeO}^*$ 組成図

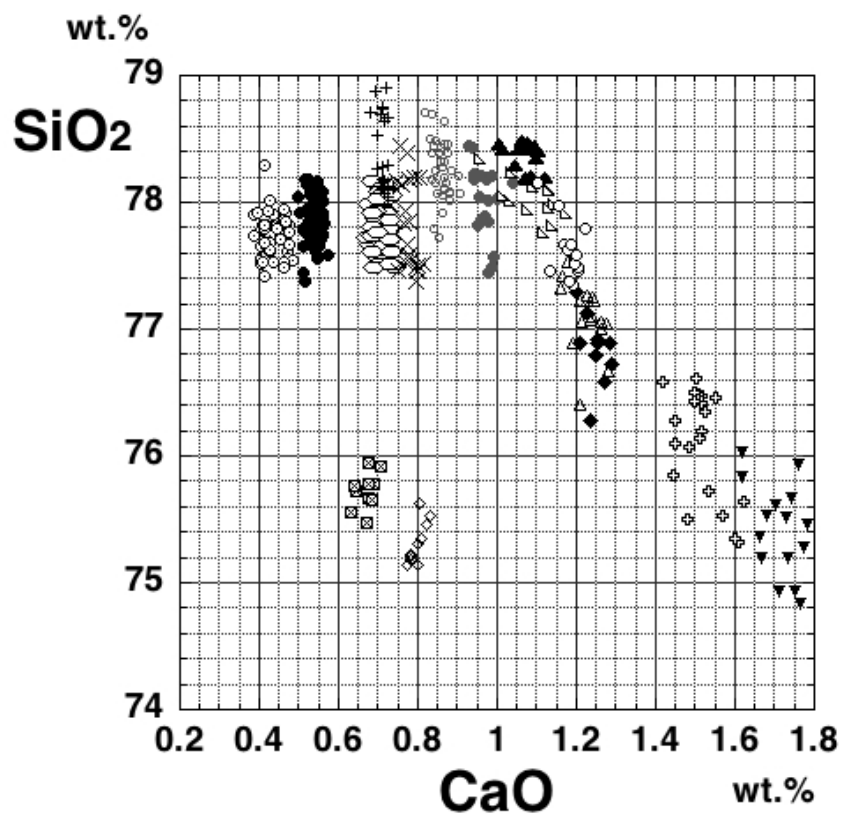


図 28 CaO vs. SiO₂ 組成図

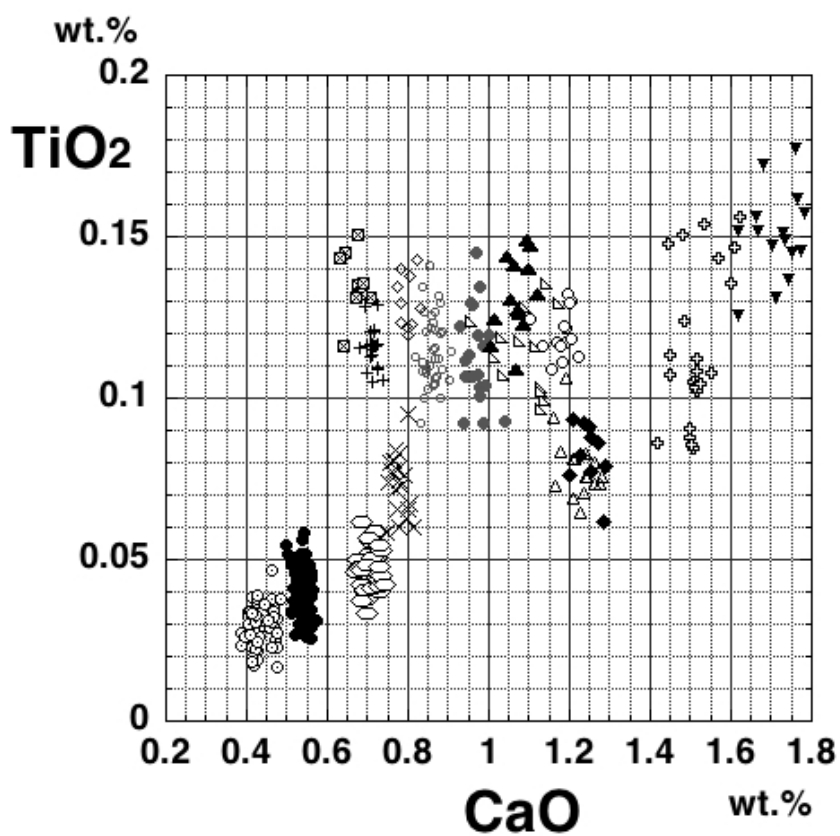


図 29 CaO vs. TiO₂ 組成図

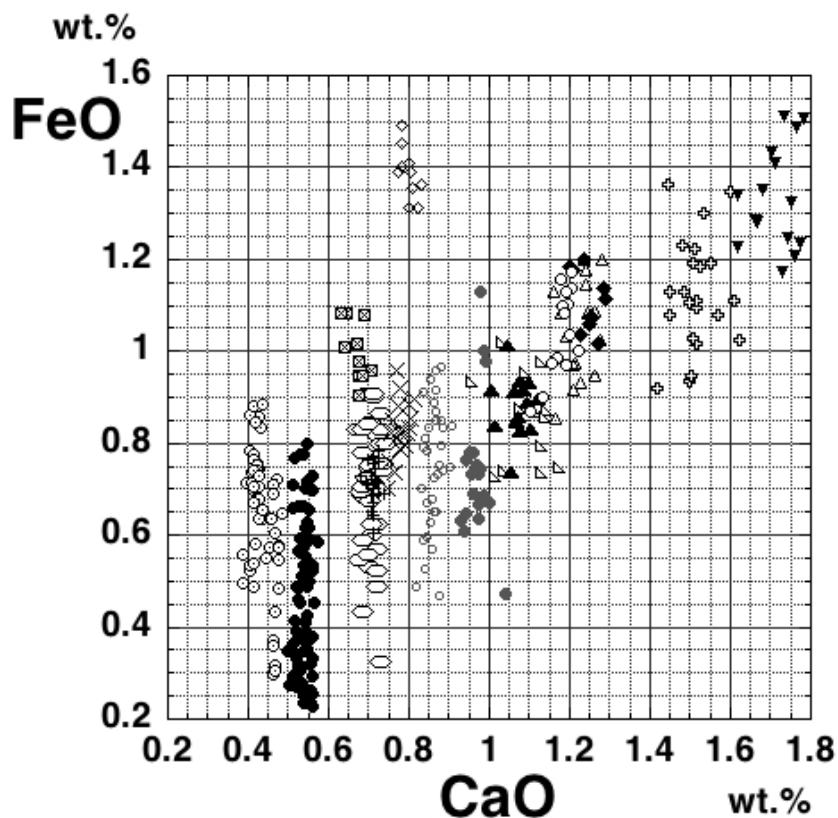


図 30 CaO vs. FeO* 組成図

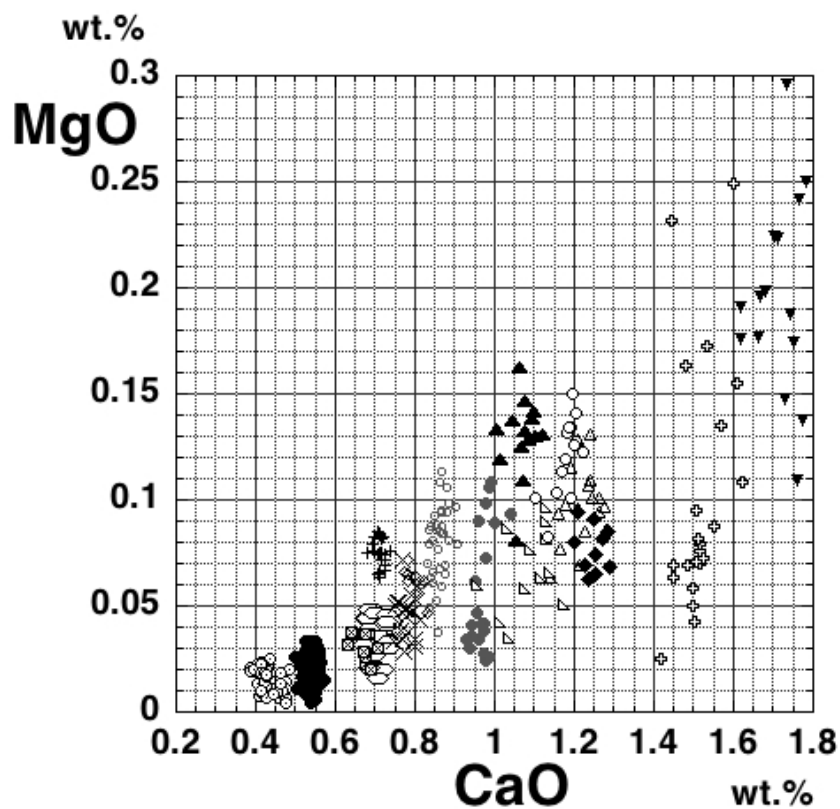


図 31 CaO vs. MgO 組成図

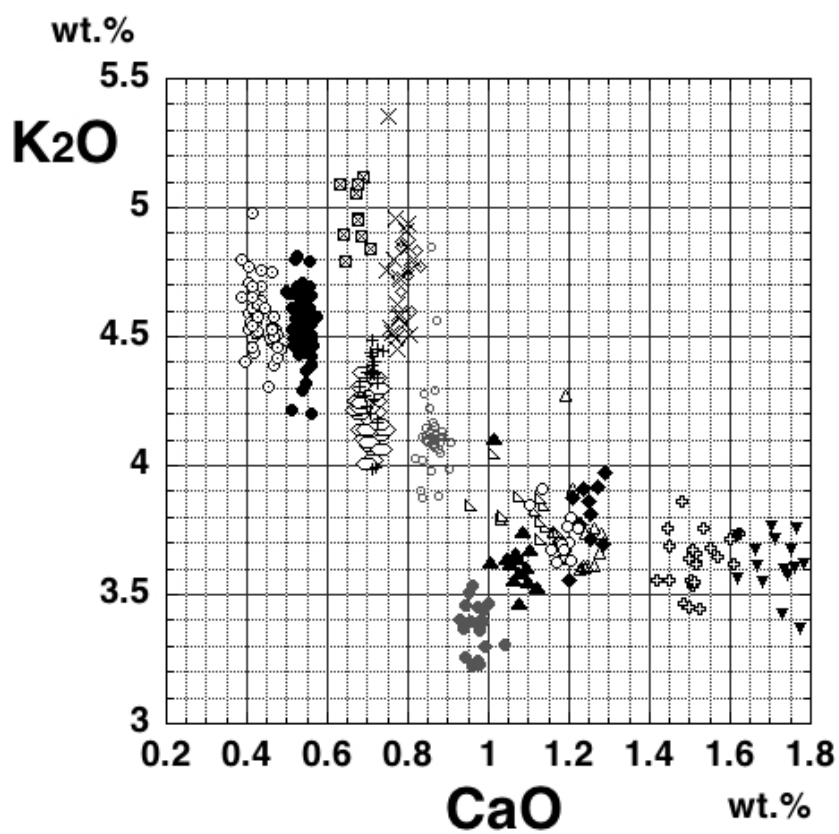


図 32 CaO vs. K₂O 組成図

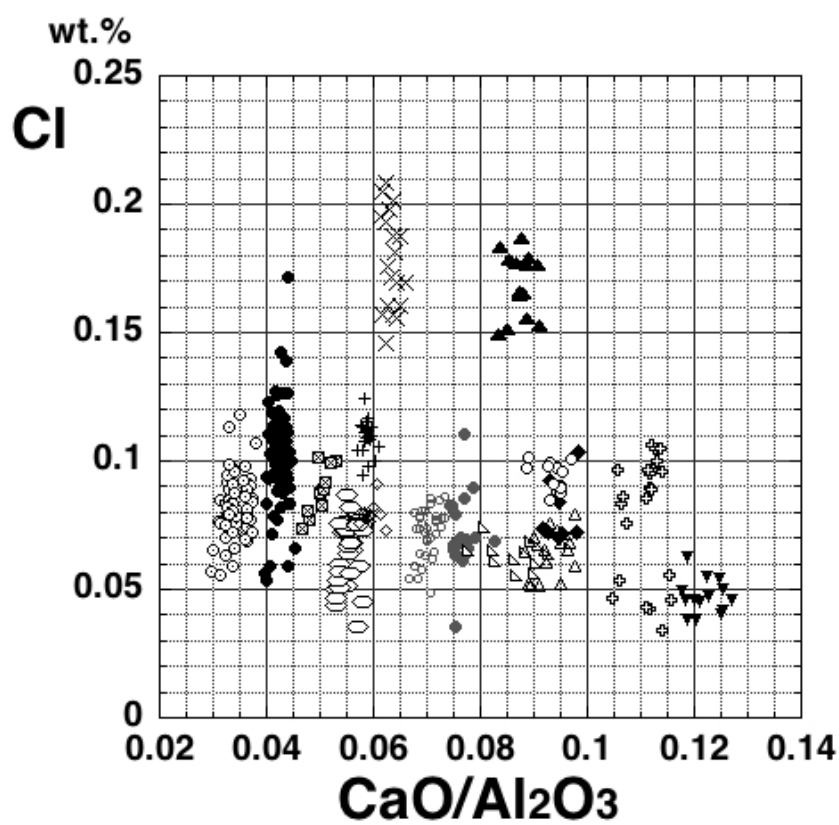


図 33 CaO/Al₂O₃ vs. Cl 組成図

表 10-1 上幌内モイ遺跡から出土した黒曜石石器の原産地推定方法

石器 No.	原産地推定	備考	原産地候補	F値	CaO/ Al ₂ O ₃ - TiO ₂ / K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ - TiO ₂ / CaO	CaO/ Al ₂ O ₃ - Na ₂ O/ K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ - TiO ₂ / FeO	CaO- SiO ₂	CaO- TiO ₂	CaO- FeO	CaO- MgO	CaO- K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ -Cl	◎ (5点)	○ (3点)	△ (1点)	× (-3点)
2488	十勝三股	EPB-03, 破綻分析, (論文)	十勝三股	44	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	7	3	0	0
	十勝三股	PFC006, 破綻分析	十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
35226	十勝三股	PFC008, 破綻分析	十勝三股	44	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	7	3	0	0
15897	十勝三股	PFT001, 破綻分析	十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
モイ-3	十勝三股	PFT002, 破綻分析	十勝三股	44	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	7	3	0	0
36398	十勝三股	PFT009, 破綻分析	十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
36512	十勝三股	PFT013, 破綻分析	十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
10388	十勝三股		十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
11518	十勝三股		十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
15934	* (白滝十勝石沢系)	水和 (totalが低い) により, Naが増加し, Kが増加している。CaO量が水和により組成変動していないとすると, 白滝産十勝石沢系の可能性が高い。	白滝十勝石沢系	32	○	○	△	○	△	○	○	△	△	○	5	1	4	0
16407	十勝三股		十勝三股	46	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	8	2	0	0
17009	十勝三股		十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
17012	* (十勝三股)	totalが低く, 水和の影響あり, Na減少し, Kが増加している。赤井川にも組成が似ているが, Cl低いので, 十勝三股の可能性がある。 重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正 (上段イタリック) をすると, 十勝三股の組成に適合する。	十勝三股 赤井川	42 18 28	○ ○ ○	○ ○ ○	○ × ○	○ ○ ○	○ ○ △	○ ○ △	○ ○ ○	○ ○ ○	△ ○ ○	○ × ×	7 0 5	2 8 1	1 0 3	0 2 1
35212	*** (十勝三股)	Na/K比は白滝に近いが, 白滝赤石山系としてはCaがやや高い。F値が低いのは, アルカリ元素やSiO ₂ 量の測定誤差が大きいと判断した。最終的にCaO量から十勝三股の可能性の方が高いと判断した。	白滝赤石山系	14 12	○ ○	○ ○	△ ×	○ ×	○ ○	○ ○	○ ○	×	△ ○	○ ○	0 0	6 7	2 0	2 3
35232	十勝三股		十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
35251	十勝三股		十勝三股	46	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	8	2	0	0
35256	十勝三股		十勝三股	44	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	7	3	0	0
35273	十勝三股		十勝三股	46	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	8	2	0	0
35292	* (十勝三股)	totalが低く, 水和している。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正 (上段イタリック) をすると, 十勝三股の組成に適合する。	十勝三股 赤井川	48 30 26	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ △	○ ○ ×	9 0 5	1 10 0	0 0 4	0 0 1
35361	十勝三股		十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
35397	十勝三股		十勝三股	46	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	9	0	1	0
36231	** (白滝赤石山系)	石曜表面が焼かれて, アルカリ元素が移動している可能性がある。白滝赤石山系の可能性あるが, Caがやや高いこととNa/Kが違うが, 焼きによる組成変化かもしれない。	白滝赤石山系	-6 22	△ ○	△ ○	×	×	△ ○	△ ○	×	△ △	×	△ ○	0 4	0 2	6 2	4 2
36291	** (十勝三股)	使える分析値が2つのみでF値が悪い	十勝三股	24	△	△	△	△	○	△	○	○	○	○	2	3	5	0
36510	十勝三股		十勝三股	48	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	9	1	0	0
36527	十勝三股		十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
36538	十勝三股		十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
36569	* (十勝三股)	totalが低く水和で組成が動いている。赤井川か十勝三股かだが, 赤井川だとClが少な過ぎる。十勝三股だとCaが多い。 重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正 (上段イタリック) をすると, 十勝三股の組成に適合する。	十勝三股 赤井川	48 24 28	○ △ ○	○ ○ ○	○ ○ △	○ ○ ○	○ ○ △	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ △ ○	○ ○ ×	9 0 4	1 7 3	0 0 2	0 0 1
36570	十勝三股		十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
36582	十勝三股		十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
40401	十勝三股		十勝三股	40	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	5	5	0	0
15197	* (十勝三股)	F値が低いのは十勝三股としてはCaO量がわずかに低いため。	十勝三股	30	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	1	8	1	0
15840	** (十勝三股)	主成分では赤井川産に類似しているが, 赤井川産としてはClが少な過ぎる。totalが84%なので水和によってアルカリ元素が動いている。十勝三股産の可能性もある。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正 (上段イタリック) をすると, 十勝三股の組成に適合する。F値は赤井川とした場合が高いが, Cl量の低さの重みが大きく, 十勝三股の可能性の方が大きいと判断した。	十勝三股 赤井川 置戸所山系	32 40 -14 26	○ ○ ×	○ ○ ×	△ ○ ×	△ △ △	○ △ ×	○ △ ×	○ ○ ×	○ △ ×	○ ○ △	○ ×	4 8 0	3 1 0	3 0 4	0 1 6
15848	十勝三股		十勝三股	36	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	3	7	0	0
15852	*** (白滝赤石山系)	石曜表面が焼かれているのかもしれない。アルカリ元素が移動している可能性がある(K減少, Na増加)。測定データ1個のみ採用のため, F値は低くなっている。	白滝赤石山系	28	○	△	△	○	△	○	○	○	△	○	3	3	4	0
15855	* (十勝三股)	主成分では赤井川産に類似しているが, 赤井川産としてはClが少な過ぎる。水和によって元素が動いている可能性があり, 十勝三股産の可能性もある。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正 (上段イタリック) をすると, 十勝三股の組成に適合する。	十勝三股 赤井川 置戸所山系	40 30 12 12	○ ○ ×	○ ○ △	○ △ ○	○ ○ △	○ ○ ×	○ △ ○	○ ○ ○	○ △ ○	○ ○ ×	○ ×	5 6 0 0	5 0 5 4	0 3 3 2	0 1 2 4
15874	十勝三股	石曜表面の焼きによってNa,Kが元素移動している可能性がある。	十勝三股	42	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	7	2	1	0
15875	十勝三股		十勝三股	46	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	8	2	0	0
15878	* (十勝三股)	CaO量がやや高いため, F値が低い。	十勝三股	28	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	9	1	0
15882	十勝三股		十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
15892	十勝三股		十勝三股	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	0	0	0
15893	* (十勝三股)	totalが80%で水和しているために, アルカリ元素が移動している可能性がある。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正 (下段イタリック) をすると, 十勝三股の組成に適合し, F値が上がる。	十勝三股	22 44	○ ○	○ ○	△ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	×	○ △	0 8	8 1	1 1	1 0
15907	十勝三股		十勝三股	48	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	9	1	0	0
15908	十勝三股		十勝三股	44	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	7	3	0	0

表 10-2 上幌内モイ遺跡から出土した黒曜石石器の原産地推定方法

石器 No.	原産地推定	備考	原産地候補	F値	CaO/ Al ₂ O ₃ TiO ₂ / K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ TiO ₂ / CaO	CaO/ Al ₂ O ₃ - Na ₂ O / K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ - TiO ₂ / FeO	CaO- SiO ₂	CaO- TiO ₂	CaO- FeO	CaO- MgO	CaO- K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ -Cl	◎ (5点)	○ (3点)	△ (1点)	× (-3点)
15912	十勝三股		十勝三股	50	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	10	0	0	0
15913	*** (十勝三股)	totalがやや低く、水和によって組成がやや変わっている可能性がある。十勝三股産としてはCaやや低く、F値が低くなっている。白滝赤石山系としてCaがやや高く、Na,Kの組成も合わない、F値がさらに低い。	十勝三股	22	△	△	○	△	○	○	△	○	○	○	0	6	4	0
			白滝赤石山系	16	△	○	○	○	○	○	○	×	○	×	0	7	1	2
15925	* (十勝三股)	CaO量がやや低い、F値が低い。	十勝三股	28	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	0	9	1	0
15929	* (十勝三股)	水和していて、totalが86%である。アルカリ元素の移動が大きく、Naが減少し、Kが増加している。Caも減少している可能性がある。	十勝三股	36	○	◎	△	◎	△	◎	◎	◎	△	◎	6	1	3	0
15947	十勝三股		十勝三股	38	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	○	○	4	6	0	0
15952	* (十勝三股)	十勝三股産としてはCa多いが、十勝三股の可能性大と判断した。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	50	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	10	0	0	0
			十勝三股	18	△	△	○	△	○	△	△	△	○	○	0	4	6	0
			赤井川	22	◎	○	×	◎	◎	○	△	◎	△	×	4	2	2	2
15959	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。	十勝三股	32	○	○	△	◎	△	○	◎	◎	△	◎	4	3	3	0
16397	十勝三股	石器表面が焼かれているのかもしれない。アルカリ元素が移動している可能性がある。	十勝三股	42	◎	○	○	◎	○	◎	◎	◎	◎	○	6	4	0	0
16402	* (十勝三股)	重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	48	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	9	1	0	0
			赤井川	18	△	△	△	◎	◎	△	△	◎	△	×	3	0	6	1
16405	* (十勝三股)	赤井川産としては、Cl量が低すぎるため、十勝三股産の可能性の方が高いと判断した。	十勝三股	28	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	0	9	1	0
16413	十勝三股		赤井川	20	◎	△	×	◎	◎	△	△	◎	△	×	4	1	3	2
16413	十勝三股		十勝三股	48	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	9	1	0	0
16421	* (十勝三股)	重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	44	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎	8	1	1	0
16426	十勝三股		十勝三股	22	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	0	9	0	1
16426	十勝三股		十勝三股	48	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	9	1	0	0
16428	* (十勝三股)	石器表面が焼かれているのかもしれない。アルカリ元素が移動している可能性がある。	十勝三股	32	○	○	△	◎	◎	○	○	○	◎	◎	3	5	2	0
16431	** (十勝三股)	水和していて、totalが94%であり、元素が大きく移動している可能性が大きい。紋別組成にたまたま類似しているが、低い。釧路所山系に組成が類似しているが、Tiが低すぎる。もともと十勝三股の可能性がある。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	38	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎	6	2	2	0
			釧路所山系	28	△	△	◎	◎	×	○	○	○	◎	◎	4	3	2	1
			十勝三股	-6	△	△	×	×	×	△	△	△	×	△	0	0	6	4
16452	* (白滝赤石山系)	Na,Kが減少している。ただしtotalは低くなっている。十勝三股産としてはCaが低く、白滝赤石山系の可能性大。	白滝赤石山系	32	◎	◎	◎	◎	△	○	○	△	△	○	4	3	3	0
16453	十勝三股		十勝三股	42	○	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	6	4	0	0
16461	十勝三股	石器表面が焼かれているのかもしれない。アルカリ元素が移動している可能性がある。	十勝三股	44	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	8	1	1	0
16464	* (白滝赤石山系)	十勝三股産としてはCaやや低い。	十勝三股	12	△	△	△	×	△	△	△	○	○	○	0	3	6	1
16472	十勝三股		白滝赤石山系	32	○	◎	◎	◎	○	○	○	△	△	○	3	5	2	0
16485	十勝三股		十勝三股	48	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	9	1	0	0
16486	* (十勝三股)	赤井川産にも類似しているが、Cl量がやや低い。	十勝三股	30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	10	0	0
16489	十勝三股		赤井川	24	○	○	×	○	◎	○	△	◎	△	○	2	5	2	1
16494	* (十勝三股)	石器表面が焼かれているのかもしれない。アルカリ元素が移動している可能性がある。	十勝三股	46	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	8	2	0	0
16831	* (十勝三股)	赤井川産にも類似しているが、Cl量がやや低い。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	22	○	○	△	○	○	○	○	△	○	○	0	8	2	0
16859	** (十勝三股)	totalが非常に低く、水和の影響が大きい。アルカリ元素は大きく変動している。Caも10%未満でずれている可能性がある。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に最も適合する。	十勝三股	44	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	8	1	1	0
			十勝三股	28	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	0	9	1	0
			赤井川	30	◎	◎	×	◎	◎	◎	△	◎	△	△	6	0	3	1
17026	十勝三股		十勝三股	24	○	○	×	○	△	◎	◎	◎	×	◎	4	3	1	2
17032	白滝赤石山系	白滝赤石山系としてはNa/K比が小さい。	十勝三股	-26	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0	0	1	9
17036	十勝三股	水和により、Naが減少し、Kが増加している。	釧路所山系	14	△	○	×	○	△	△	◎	○	×	○	1	4	3	2
17037	* (白滝赤石山系)	白滝赤石山系に組成が類似しているが、水和により、Naが減少し、Kが増加している。	十勝三股	4	△	○	×	○	×	△	○	△	×	△	0	3	4	3
17051	?	測定データの解析が不能。	?	0											0	0	0	0
17054	十勝三股		十勝三股	50	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	10	0	0	0
17055	十勝三股		十勝三股	50	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	10	0	0	0
17287	十勝三股		十勝三股	46	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	8	2	0	0
17298	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。	十勝三股	30	○	◎	×	◎	○	◎	◎	◎	×	◎	6	2	0	2
17304	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。	十勝三股	32	◎	◎	×	◎	△	◎	◎	○	△	◎	6	1	2	1
17305	十勝三股		十勝三股	40	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	◎	◎	8	1	0	1
17307	不明(CaO低い)	Ca低すぎる。Na減少し、K増加。totalが低くないので、「焼き」の影響があるのかもしれない？ 想定していない産地の可能性もあるが、分析表面の問題？	不明(CaO低い)	0											0	0	0	0
18250	十勝三股		十勝三股	48	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	9	1	0	0
35051	* (十勝三股)	石器表面が焼かれているのかもしれない。アルカリ元素が移動している可能性がある。	十勝三股	32	○	○	×	○	◎	◎	◎	◎	△	◎	5	3	1	1
35066	* (十勝三股)	石器表面が焼かれているのかもしれない。アルカリ元素が移動している可能性がある。白滝赤石山系の可能性もあるが、Caがやや高い。	十勝三股	26	○	○	△	○	○	○	○	○	△	○	0	8	2	0
			白滝赤石山系	14	△	△	△	○	△	△	○	△	×	○	0	4	5	1
35067	* (十勝三股)	totalが低く、水和の影響がある。赤井川にも組成が似ているが、Cl低いので、十勝三股の可能性大。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	42	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎	7	2	1	0
			十勝三股	26	○	○	○	○	△	○	○	△	○	○	0	8	2	0
			赤井川	30	◎	◎	○	◎	◎	×	◎	◎	×	×	6	2	0	2

表 10-3 上幌内モイ遺跡から出土した黒曜石石器の原産地推定方法

石器 No.	原産地推定	備考	原産地候補	F値	CaO/ Al ₂ O ₃ - TiO ₂ / K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ - TiO ₂ / CaO	CaO/ Al ₂ O ₃ - Na ₂ O/ K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ - TiO ₂ / FeO	CaO- SiO ₂	CaO- TiO ₂	CaO- FeO	CaO- MgO	CaO- K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ - Cl	◎ (5点)	○ (3点)	△ (1点)	× (-3点)
35089	*** (白滝赤石山系) (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、白滝赤石山系の組成に近い値が得られるが、分析値データが1個しか使えないので不確定性が大きい。	白滝赤石山系	22	○	◎	△	◎	△	◎	◎	×	×	○	4	2	2	2
			十勝三股	4	△	○	×	○	△	△	△	×	×	○	0	3	4	3
			白滝赤石山系	8	○	○	×	○	△	○	○	×	×	△	0	5	2	3
35082	十勝三股		十勝三股	48	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	9	1	0	0
35083	* (十勝三股)	Na,Kが元素移動している可能性がある。十勝三股としてはCaがやや低いのでF値が低くなっている。	十勝三股	30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	10	0	0
			白滝赤石山系	12	△	△	△	○	○	△	○	△	×	△	0	3	6	1
35086	* (白滝赤石山系)	白滝赤石山系としてはNa/K比が小さい。	白滝赤石山系	34	◎	◎	△	◎	○	◎	◎	○	△	△	5	2	3	0
35122	十勝三股		十勝三股	38	○	○	◎	◎	◎	○	◎	△	◎	○	5	4	1	0
35203	十勝三股		十勝三股	48	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	8	2	0	0
35213	** (白滝赤石山系)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。ただしtotalは低くなっている。	白滝赤石山系	22	○	○	×	○	◎	◎	◎	×	×	△	3	4	1	2
			白滝十勝石沢系	18	◎	○	×	◎	△	○	○	○	×	△	2	4	2	2
35214	* (十勝三股)	十勝三股座としてはCaがやや低い。	十勝三股	26	○	○	○	△	○	○	△	○	○	○	0	8	2	0
35215	十勝三股		白滝赤石山系	18	△	○	○	○	△	△	○	△	△	△	0	4	6	0
35218	十勝三股		十勝三股	44	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	7	3	0	0
35222	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。	十勝三股	34	○	◎	△	◎	○	◎	◎	◎	×	◎	6	2	1	1
35223	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。	十勝三股	32	○	◎	△	◎	○	◎	◎	◎	×	○	5	3	1	1
35262	十勝三股	水和により、Naが減少している。	十勝三股	44	◎	◎	△	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	8	1	1	0
35270	??	石曜表面の風化、変質が大きく、測定データは、Ca,Kが枯渇し、Siが大きく増加しているため、ガラス組成を示していないため、判定できない。	??	0											0	0	0	0
35280	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。十勝三股座としてはCaがやや高い。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	36	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	○	×	◎	7	1	1	1
			十勝三股	20	○	○	△	○	○	○	○	△	×	○	0	7	2	1
			赤井川	16	△	△	○	△	◎	△	◎	◎	×	×	3	1	4	2
35339	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。	十勝三股	28	○	◎	×	◎	△	◎	◎	◎	×	◎	6	1	1	2
35348	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。	十勝三股	34	◎	◎	△	◎	△	◎	◎	◎	×	◎	7	0	2	1
35360	* (十勝三股)	主成分では赤井川産に類似しているが、赤井川産としてはClが少なすぎるので、赤井川と推定できない。totalが89%なので水和によって元素が動いている可能性があり、十勝三股座の可能性もある。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	42	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	△	○	7	2	1	0
			赤井川	34	◎	○	◎	◎	◎	○	×	◎	◎	△	6	2	1	1
			十勝三股	12	△	○	△	△	×	○	△	○	△	△	0	3	6	1
35363	* (十勝三股)	石曜表面の風化が大きく、分析値が悪い。分析値データ1個のみ採用。十勝三股座としてはCaが多いが、F値から十勝三股の可能性大と判断した。	十勝三股	30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	10	0	0
			赤井川	20	○	△	△	△	△	△	△	◎	◎	×	3	1	5	1
35364	** (白滝赤石山系)	石曜表面が焼かれて、アルカリ元素が移動している可能性がある(K減少、Na増加)。	白滝赤石山系	24	○	○	×	○	○	◎	◎	◎	×	◎	3	5	0	2
35365	十勝三股		白滝十勝石沢系	12	△	○	×	○	△	○	○	△	×	○	0	5	3	2
35431	* (十勝三股)	totalが低く、水和の影響あり、Na減少し、Kが増加している。赤井川にも組成が似ているが、Cl低いので、十勝三股の可能性大きい。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	46	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	8	2	0	0
			十勝三股	40	◎	◎	△	◎	○	◎	◎	◎	△	◎	7	1	2	0
			十勝三股	20	○	○	△	○	△	○	○	○	×	○	0	7	2	1
35454	** (十勝三股)	石曜表面が焼かれて、アルカリ元素が移動している可能性がある(K減少、Na増加)。Ca減少。白滝赤石山系にCa/Al比近いが、Na/K比の違いが大きい。	十勝三股	22	○	○	×	○	○	○	△	○	○	○	0	8	1	1
			白滝赤石山系	12	△	△	×	○	△	△	○	○	△	△	0	3	6	1
36118	** (白滝赤石山系)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。ただし、使える分析値データは2個だけなので、信頼度は低い。	白滝赤石山系	28	◎	◎	×	◎	◎	◎	◎	×	○	○	5	3	0	2
			十勝三股	4	△	△	×	△	△	△	△	×	○	○	0	1	7	2
36122	* (十勝三股)		十勝三股	34	○	○	○	○	○	◎	◎	○	○	○	2	8	0	0
			赤井川	20	△	△	△	○	◎	○	△	◎	○	×	2	3	4	1
36124	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	42	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎	7	2	1	0
			十勝三股	28	○	○	△	○	○	○	○	○	△	◎	1	7	2	0
			赤井川	26	△	△	◎	◎	◎	△	△	◎	◎	×	5	0	4	1
36125	十勝三股		十勝三股	48	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	9	1	0	0
36126	*** (十勝三股)	石曜表面が焼かれて、アルカリ元素が移動している可能性がある(K減少、Na増加)。分析値データ1個のみ採用のため、F値低い。	十勝三股	18	△	△	△	△	○	△	△	○	○	○	0	4	6	0
36127	* (十勝三股)	石曜表面が焼かれて、アルカリ元素が移動している可能性がある。十勝三股としてはCaがやや低い。	十勝三股	26	○	○	△	△	○	○	○	○	○	○	0	8	2	0
36128	* (十勝三股)	totalが低く、水和の影響あり、Na減少し、Kが増加している。赤井川にも組成が似ているが、Cl低いので、十勝三股の可能性大きい。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	32	◎	○	△	◎	△	△	◎	◎	△	◎	5	1	4	0
			十勝三股	16	○	○	△	△	△	○	△	○	×	○	0	5	4	1
			赤井川	28	○	◎	○	○	△	◎	◎	◎	△	×	4	3	2	1
36129	* (十勝三股)	totalが低く、水和の影響あり、Na減少し、Kが増加している。赤井川にも組成が似ているが、Cl低いので、十勝三股の可能性大きい。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をした。	十勝三股	42	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎	8	0	2	0
			十勝三股	26	○	○	△	○	○	○	○	○	△	○	0	8	2	0
			赤井川	22	△	△	○	◎	◎	△	△	◎	○	×	3	2	4	1
36133	十勝三股	水和により、Naが減少し、Kが増加している。	十勝三股	38	○	○	○	◎	◎	○	◎	◎	△	◎	5	4	1	0
36134	十勝三股		十勝三股	48	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	9	1	0	0
36136	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	40	◎	◎	△	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	7	1	2	0
			十勝三股	24	○	○	△	○	○	○	○	△	○	○	0	7	3	0
			赤井川	26	○	○	○	◎	○	△	△	◎	◎	×	3	4	2	1
36139	* (十勝三股)		十勝三股	30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	10	0	0

表 10-4 上幌内モイ遺跡から出土した黒曜石石器の原産地推定方法

石器 No.	原産地推定	備考	原産地候補	F値	CaO/ Al ₂ O ₃ - TiO ₂ / K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ - TiO ₂ / K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ - TiO ₂ / K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ - TiO ₂ / K ₂ O	CaO- SiO ₂	CaO- TiO ₂	CaO- FeO	CaO- MgO	CaO- K ₂ O	CaO/ Al ₂ O ₃ -Cl	◎ (5点)	○ (3点)	△ (1点)	× (-3点)
36140	* (十勝三股)	石器表面が焼かれてアルカリ元素が移動している可能性がある。Caがやや低いのでF値が低い。	十勝三股	26	○	○	△	○	○	○	○	○	△	○	0	8	2	0
36141	十勝三股		十勝三股	48	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	9	1	0	0
36142	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。測定データ1値のみ採用でF値が低い。	十勝三股	28	◎	○	△	△	○	△	○	◎	△	◎	3	3	4	0
36143	十勝三股		十勝三股	42	○	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	7	2	1	0
36147	白滝十勝石沢系	白滝十勝石沢系としてはKがやや乏しい。	白滝十勝石沢系	46	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	8	2	0	0
36167	十勝三股		十勝三股	42	◎	◎	○	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	7	2	1	0
36171	十勝三股		十勝三股	46	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	8	2	0	0
36180	* (十勝三股)	石器表面が焼かれてアルカリ元素が移動している可能性がある。Caがやや低いのでF値が低い。	十勝三股	30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	10	0	0
36184	* (十勝三股)	主成分では赤井川産に類似しているが、赤井川産としてはClが少なく、またTiがやや少ない。そのため赤井川と断定できなかった。totalが91%なので水和によって元素が動いている可能性があり、十勝三股産の可能性もある。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	40	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	△	○	7	1	2	0
			赤井川	36	○	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○	△	4	5	1	0
			十勝三股	20	○	○	△	○	○	○	○	○	×	△	0	7	2	1
			釧路所山系	2	×	×	○	△	△	×	○	△	△	△	0	2	5	3
36188	* (白滝赤石山系)	石器表面が焼かれてアルカリ元素が移動している可能性がある(Na増加)。	白滝赤石山系	26	○	◎	×	◎	○	○	○	○	△	○	2	6	1	1
36202	十勝三股		十勝三股	14	△	○	×	○	△	△	△	△	△	○	0	4	5	1
36233	十勝三股		十勝三股	40	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎	◎	6	3	1	0
36256	十勝三股	水和により、Naが減少している。	十勝三股	50	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	10	0	0	0
36258	十勝三股		十勝三股	42	◎	◎	△	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	8	0	2	0
36280	十勝三股	水和により、Naが減少し、Kが増加している。	十勝三股	46	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	8	2	0	0
36286	十勝三股		十勝三股	39	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	7	1	1	0
36293	十勝三股		十勝三股	48	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	9	1	0	0
36293	** (白滝十勝石沢系)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。白滝十勝石沢系にCa組成が類似しているが、NaとKの組成が合わないためF値は低い。	白滝十勝石沢系	20	◎	○		△	△	○	○	○		△	1	4	3	0
36303	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。十勝三股としてはCaがやや低いので、F値が低い。	十勝三股	25	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	0	8	1	0
36319	十勝三股	水和により、Naがやや減少し、Kもやや増加している。	十勝三股	21	○	○	△	○	△	○	○	△		○	0	6	3	0
36321	* (十勝三股)	十勝三股産としてはCaやや低い。	十勝三股	38	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	×	◎	7	2	0	1
36324	十勝三股		十勝三股	30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	10	0	0
36328	十勝三股		十勝三股	22	△	○	○	○	○	○	○	△	△	△	0	6	4	0
36355	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。totalが非常に低く、水和、変質で組成が動いている。赤井川か十勝三股だが、赤井川だとClが少なく、十勝三股だとCaが多い。釧路所山系の可能性もあるが、F値がやや低い。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	48	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	×	◎	7	1	1	1
36356	十勝三股		十勝三股	36	○	◎	△	◎	○	◎	◎	◎	△	◎	6	2	2	0
36358	十勝三股		十勝三股	0	△	△	×	×	△	○	△	△	×	△	0	1	6	3
36359	十勝三股		十勝三股	4	△	△	△	△	△	○	×	△	△	×	0	1	7	2
36366	十勝三股		十勝三股	22	△	△	△	◎	△	△	○	○	△	◎	2	2	6	0
36377	十勝三股		十勝三股	40	◎	◎	△	◎	○	◎	◎	◎	△	◎	7	1	2	0
36386	* (白滝赤石山系)	石器表面が焼かれているのかもしれない。アルカリ元素が移動している可能性がある(K減少、Na増加)。白滝赤石山系にCa/Al比に近いが、Na/K比の違いが大きい。	十勝三股	24	○	○	△	○	○	△	○	○	○	○	0	7	3	0
36387	十勝三股		十勝三股	26	○	○	△	○	○	○	○	○	△	○	0	8	2	0
36390	十勝三股		十勝三股	42	○	○	◎	○	◎	◎	◎	◎	○	◎	6	4	0	0
36408	十勝三股		十勝三股	28	◎	◎	△	◎	○	○	○	○	×	○	3	5	1	1
36422	十勝三股		十勝三股	26	○	○	△	◎	○	○	○	○	△	○	0	8	2	0
36423	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。Caが十勝三股に合致する。F値が低いのは、Na/Kの組成変化による。	十勝三股	32	◎	◎	×	◎	○	◎	◎	◎	×	◎	0	8	2	0
36426	* (十勝三股)	totalが低く、水和の影響がある。赤井川にも組成が似ているが、Cl低いので、十勝三股の可能性大い。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	46	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	8	2	0	0
36555	十勝三股		十勝三股	28	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	9	1	0
36580	* (十勝三股)	主成分では釧路所山系に類似しているが、Tiがやや低い。totalが94%なので水和によって元素が動いている可能性があり、十勝三股産の可能性もある。重量%が1%以下の酸化物組成を100%標準化しない補正(上段イタリック)をすると、十勝三股の組成に適合する。	十勝三股	20	△	△	△	◎	△	△	△	◎	×	△	0	1	5	1
36599	白滝赤石山系	石器表面が焼かれてアルカリ元素が移動している可能性がある(K減少、Na増加)。CaO量は白滝赤石山に合致する。	白滝赤石山系	6	×	×	△	△	○	×	○	△	△	○	0	4	3	3
40409	* (十勝三股)	水和により、Naが減少し、Kが増加している。	十勝三股	28	○	○	△	◎	○	○	○	○	△	◎	0	9	1	0
50979	十勝三股		十勝三股	40	△	○	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	○	4	5	1	0
			十勝三股	2	△	△	×	△	△	△	△	△	×	△	0	0	8	2
			十勝三股	36	◎	◎	×	◎	◎	◎	◎	○	△	◎	7	1	1	1
			十勝三股	34	◎	◎	×	◎	◎	◎	◎	◎	×	◎	8	0	0	2
			十勝三股	46	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	○	◎	8	2	0	0

原産地のスタンダード組成領域に石器ガラスの各組成データが入っているか、外れているか、の程度を記号化して点数化し、それを「分析値 Fit 度合い点数」(F 値と略称する)と呼んで、原産地推定の確実度を示した(表 10)。この方法は、数式検定のような定量的な扱いではないが、個々のデータを自分の手で一つ一つ確かめることができるため、アナログ的な処理過程がわかりやすい。以下にその手順を示した。

それぞれの分散図で、石器組成データのプロットが、ある原産地の組成領域内に完全に入っている場合に“◎”、組成領域からほんの少し外れてプロットされる場合に“○”、組成領域からやや離れてプロットされる場合に“△”、組成領域から大きく離れてプロットされている場合に“×”の記号が記される(表 10)。◎を 5 点、○を 3 点、△を 1 点、×を -3 点として数値化し、10 個の分散図での合計点数を「分析値 Fit 度合い点数 (F 値)」とした(表 10)。10 個の分散図すべてでスタンダード組成領域内に完全に入っていれば 50 点満点となる。16 の組成グループすべてを原産地候補として F 値を出す必要はない。原産地候補が複数ある場合はそれぞれについて F 値を割り出した(表 10)。

(3) 分析値合計が低い場合の取り扱い

前述したように、分析値の合計が 100wt.% を大きく下回った場合、分析値の合計を 100% 換算した一律の標準化補正ではなく、重量 % が 1% 以下の酸化物組成を 100% 標準化補正しないで、それらの測定値をそのまま使った補正による場合の F 値も求めた(表 10 にイタリック表記で示す)。以後、これを補正 F 値と呼ぶ。

補正 F 値が有効な例として未知の黒曜石石器が十勝三股産なのか赤井川産なのか判断に迷うケースが上げられる。十勝三股の黒曜石ガラスは CaO 量が 0.65 ~ 0.75wt.% であるが、100% 換算による標準化補正をした場合に、CaO 量が高くなり、ちょうど赤井川の黒曜石ガラスの CaO 量 (0.75 ~ 0.85wt.%) に近づく。この場合、産地推定が赤井川産であると判断されてしまう。しかし赤井川産の黒曜石ガラスの組成において最大の特徴は Cl 量が 0.15wt.% を超えることであるが、分析された Cl 量はほとんど 0.1wt.% 以下であった。改めて十勝三股産として補正 F 値を求めると、この数値が上がる。このため、水和により分析値合計が低いものは多くが十勝三股産と推定される。

8. 原産地推定結果

(1) 「分析値 Fit 度合い点数 (F 値)」の評価

上述したように、今回の非破壊分析では EPMA による分析が測定試料の表面状態に大きく依存するため、原産地推定を行う上で分析値の精度が問題になるため、ここでは F 値を原産地推定の信頼度の指標とした。

F 値が 35 以上の場合は原産地推定の確実度が非常に高いと判断した。破壊分析では F 値が 44 ~ 50 であり、分析精度がきわめて良好であることを示す。非破壊分析でも石器表面の測定状態が良好なものは F 値が ≥ 35 を示す。次いで F 値が 25 以上 35 未満、または補正 F 値が 40 以上の場合は原産地推定の確実度が高いと判断し、「原産地推定」において 1 つの「*」を付して表記した(表 10)。F 値が 20 以上 25 未満、または補正 F 値が 30 以上の場合は原産地推定の確実度がやや低くなるものの、他に適当な原産地候補がなく、おそらく推定した原産地で合っていると判断した。これらは「原産地推定」において 2 つの「**」を付して表記した(表 10)。F 値が低く (20 未満)、原産地推定の確実度が低いもの (分析値データが 1 個しかないものも含む)、または他の有力な原産地候補がある場合に 3 つの「***」を付して表記した(表 10)。

分析試料総数 158 点のうち、分析した石器表面の状態が悪く、分析値が使えないものが 3 試料であっ

た。それらを除く 155 点のうち、F 値が 35 以上のものは 79 試料、F 値が 25 以上 35 未満で「*」付きのものが 58 試料、F 値が 20 以上 25 未満で「**」付きのものが 12 試料、F 値が低く、原産地推定の確実度が低い「***」付きのものが 6 試料であった。

(2) 原産地推定

原産地推定した結果を表 11 に示した。F 値が 35 以上で最も信頼度が高い原産地推定では（79 試料の分析値）、十勝三股産が 76 点で全体の 96% に及んだ。白滝産が 3 点（赤石山系が 2 個、十勝石沢系が 1 個）で 4% のみであった。

F 値が 25 以上も含めた信頼度が高いと判断される原産地推定の結果（137 試料の分析値）では、十勝三股産が 93%（127 点）、白滝産赤石山系列が 6%（8 点）、白滝産十勝石沢系列が 1%（2 点）であった。

十勝三股産と白滝産では主成分組成が類似しており、CaO 量のわずかな違いで両者は区分される。通常の EPMA による破壊分析では、十勝三股産と白滝産の組成の違いを明瞭に認識することができる。しかし今回の非破壊分析において石器表面の状態によっては分析値が変動するため、この効果が CaO 量にも影響を与えるものであれば、白滝産と同定した原産地推定は間違っただけになる可能性も否定できない。

謝辞

厚真町教育委員会の乾哲也氏と奈良智法氏には、モイ遺跡の石器試料の選定や貸与で大変お世話になった。本研究には、基盤研究 A「黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容」（代表：佐藤宏之 No. 21242026）の一部を使用した。ここに記して深く感謝します。

引用文献

厚真町教育委員会 2006 『上幌内モイ遺跡（1）』

Izuho, M., Nakazawa, Y., Akai, F., Soda, T., and Oda, H. 2009. Geoarchaeological Investigations at the Upper Paleolithic Site of Kamihoronai-Moi, Hokkaido, Japan. *Geoarchaeology*, 24: 492-517.

角縁進・宇都宮恵 2002 「蛍光 X 線分析法による黒曜石の産地同定（1）」『佐賀大学教育文化学部研究紀要』7、49-52 頁

向井正幸 2003 「黒曜石製石器の被熱痕跡と加熱処理による石器の強化」『旭川市博物館研究報告』9、11-18 頁

向井正幸 2010 「北海道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』2、1-34 頁

向井正幸・長谷川仁彦・和田恵治 2000 「旭川周辺地域における黒曜石ガラスの化学組成－黒曜石の産地特定への適用－」『旭川市博物館研究報告』6、51-64 頁

中沢祐一 2000 「黒曜石石器群に認められる被熱痕跡の生成実験と量的評価」『第四紀研究』39、535-546 頁

表 11 上幌内モイ遺跡から出土した黒曜石石器の原産地推定表

(a) F 値 ≥ 35

原産地	個数	%
十勝三股	76	96.2
白滝赤石山系	2	2.5
白滝十勝石沢系	1	1.3
合計	79	

(b) F 値 ≥ 25

原産地	個数	%
十勝三股	127	92.7
白滝赤石山系	8	5.8
白滝十勝石沢系	2	1.5
合計	137	

(c) F 値 ≥ 20

原産地	個数	%
十勝三股	133	89.3
白滝赤石山系	13	8.7
白滝十勝石沢系	3	2.0
合計	149	

(d) すべての試料

原産地	個数	%
十勝三股	138	89.0
白滝赤石山系	14	9.0
白滝十勝石沢系	3	1.9
合計	155	

II -D: 厚真町上幌内モイ遺跡旧石器地点出土黒曜石石器の原産地推定：EPMA による黒曜石ガラスの化学組成

Nakazawa, Y., Izuho, M., and Akai, F. 2009. Between the two hearths: site formation processes and spatial organization at the Upper Paleolithic open-air site of Kamihoronai-Moi, Hokkaido (Japan). 第四紀研究, 48-2: 85-96.

和田恵治・向井正幸・武田修 2003 「EPMA による黒曜石ガラスの主成分化学組成－遺跡出土黒曜石の産地特定：常呂川河口遺跡の例－」『北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告』37、59-70 頁

和田恵治・向井正幸 2007 「EPMA による北海道産黒曜石の主成分組成分析と産地同定」『日本文化財科学会第 24 会大会要旨集』82-83 頁

E. 北海道勇払郡厚真町上幌内モイ遺跡旧石器地点出土黒曜石遺物の 蛍光 X 線分析および放射化分析

ジェフリー R. ファーガソン・マイケル D. グラスコック・

出穂雅実・尾田識好・赤井文人・中沢祐一・佐藤宏之

1. はじめに

北海道勇払郡厚真町上幌内モイ遺跡旧石器地点から出土した黒曜石遺物 186 点の産地同定を行った。はじめに蛍光 X 線分析 (XRF) を行い、次にその結果を裏付けるために 8 点について短時間照射による放射化分析 (short-NAA) を行った。XRF 分析では十勝三股の可能性がもっとも高いという結果が得られたが、赤井川、釧路舌辛、紋別の可能性も残った。short-NAA 分析では十勝三股の可能性がもっとも高いが、釧路舌辛の可能性を排除できなかった。これらの分析結果に加えて、十勝三股と釧路舌辛の黒曜石のサイズと質の明瞭な相異を踏まえると、分析試料はすべて十勝三股黒曜石と判定するのが妥当である。

2. 試料

上幌内モイ遺跡旧石器地点から出土した黒曜石遺物 186 点を試料として用いた。この遺跡では、恵庭 a テフラ (En-a) 上位の札滑型細石刃核を伴う石器群に関連する 1 個所の石器集中が検出された (厚真町教育委員会 2006)。この考古学的コンポーネントは、18,500 ~ 17,200 cal BP と年代づけられた (Izuho et al. 2009、出穂他 2013)。この石器集中からは、細石刃、彫器、搔器、削器、錐形石器、細石刃核等、合計 1,412 点の遺物が出土した。石器石材は、黒曜石 (1,054 点、74.6%)、"硬質頁岩" (345 点、24.4%)、メノウ (1 点、0.1% 以下) から構成される。

3. 方法

(1) 試料選別の方法

試料の選別は、2009 年 10 月に厚真町教育委員会において、出穂、赤井、中沢が行った。産地同定分析は、2012 年 4 ~ 6 月にミズーリ大学原子炉研究施設 (MURR) において、XRF 分析をファーガソンと出穂が、NAA 分析をグラスコックが行った。

試料の選別および産地同定分析の目的は、上幌内モイ遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群の主体を占める黒曜石について、リダクション・シーケンスごとに産地を同定することである。そのために、赤井が中心となって実施した石質別分類および接合分析の結果 (赤井 2008) に基づいて、接合資料を構成する剥片・細石刃、ツール全点、および 2cm 以上の剥片を中心に、合計 186 点を試料として選別した (表 12)。遺跡および遺物の概要については、III -B で詳述する。

(2) 蛍光 X 線分析

使用した機器は、ブルカー (Bruker) 社製蛍光 X 線分析装置トレーサー III-SD である。デュイットシステムズ (Dewitt Systems) によって開発されたサンプルチェンジャー・ユニットを装着した。この測定機器は 40kV で操作するロジウム・ベースの X 線管と熱電冷却シリコン検出器を装備している。黒曜石補正には、世界的によく知られた 40 産地について、既知の誘導結合プラズマ発光分光分析 (ICP)、蛍光 X 線分析 (XRF)、および放射化分析 (NAA) による測定データを用いた (Glascok and Ferguson 2012)。微量元素および痕跡元素を測定するために各試料を 3 分間計測した。測定した

表 12-1 上幌内モイ遺跡出土黒曜石遺物の XRF 分析による試料の化学組成データ

ID No.	Mn	Fe	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
MIH051	602	8767	108	35	19	80	5
MIH130	297	7472	160	61	38	114	5
MIH131	390	5517	129	47	22	96	5
MIH132	410	7988	84	29	18	79	5
MIH133	341	8810	160	63	38	115	9
MIH134	454	9533	174	53	32	107	8
MIH135	643	8395	99	26	17	88	1
MIH136	787	10388	140	42	25	99	6
MIH137	562	7488	117	49	28	88	8
MIH138	435	7470	118	46	29	88	3
MIH139	754	10515	168	58	33	123	12
MIH140	276	8344	161	63	35	118	8
MIH141	503	12551	192	67	26	118	8
MIH142	754	9708	139	44	32	112	7
MIH143	509	7943	145	62	37	112	5
MIH144	545	7734	127	52	30	103	8
MIH145	342	9455	159	52	31	112	7
MIH146	523	9607	164	59	31	107	10
MIH147	496	6963	139	55	31	113	8
MIH148	427	9292	167	63	38	118	9
MIH149	378	8358	124	50	30	98	5
MIH150	367	6218	129	48	27	110	6
MIH151	363	6098	147	48	37	109	10
MIH152	342	8515	142	52	32	94	9
MIH154	340	9556	176	74	36	121	8
MIH155	247	6948	142	51	30	105	8
MIH156	389	8515	167	60	36	119	10
MIH157	346	8624	151	56	36	114	11
MIH158	430	9027	142	52	38	103	5
MIH159	486	7973	116	36	30	93	7
MIH160	292	3942	28	16	7	48	2
MIH161	266	6081	129	50	32	106	7
MIH162	358	8122	141	53	32	106	4
MIH163	507	6880	83	38	25	97	4
MIH164	665	8996	123	48	19	81	7
MIH165	442	11124	172	66	25	115	7
MIH166	475	8764	125	47	24	97	6
MIH167	372	8763	84	33	20	80	7
MIH168	419	8943	143	43	24	99	2
MIH169	505	9223	176	72	36	125	11
MIH170	294	7388	158	53	33	111	9
MIH171	310	8104	102	38	21	90	2
MIH172	267	6644	140	59	29	115	10
MIH173	441	8277	164	54	27	115	5
MIH174	497	9155	152	59	37	114	7
MIH175	458	9622	117	43	23	100	4
MIH176	255	7834	116	50	34	100	5
MIH177	625	8620	121	56	35	97	10
MIH178	311	8678	164	61	36	117	7
MIH179	496	9152	168	60	31	102	4
MIH181	307	6450	134	60	30	108	5
MIH182	384	6831	155	59	34	119	9
MIH183	363	6805	153	58	33	114	8
MIH184	380	10067	182	65	33	115	6
MIH185	560	9061	164	61	33	133	7
MIH187	620	7719	146	56	24	106	11
MIH188	562	8610	133	49	25	106	6
MIH190	493	8875	167	58	30	117	7

表 12-2 上幌内モイ遺跡出土黒曜石遺物の XRF 分析による試料の化学組成データ

ID No.	Mn	Fe	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
MIH191	337	7599	143	59	33	114	9
MIH192	271	6416	143	56	32	108	7
MIH193	309	8581	177	67	38	126	8
MIH194	355	8167	168	67	37	115	7
MIH195	348	8468	155	48	37	112	8
MIH196	713	10654	154	52	25	105	8
MIH197	466	8223	164	46	22	101	12
MIH198	370	8576	150	57	32	106	5
MIH199	472	9008	130	52	34	109	5
MIH200	444	8751	165	66	32	118	8
MIH201	622	8364	146	52	29	114	6
MIH202	216	8033	153	54	33	106	5
MIH203	712	10626	170	60	38	108	9
MIH204	774	9530	127	38	25	91	7
MIH205	385	8892	151	55	31	104	4
MIH206	243	7116	117	41	28	93	8
MIH207	528	8492	162	60	34	112	8
MIH208	225	6388	131	54	34	102	10
MIH209	417	7205	153	59	28	109	9
MIH210	423	9539	165	56	35	110	8
MIH211	403	8776	152	56	29	104	5
MIH212	616	8032	151	45	28	113	10
MIH213	585	9920	156	58	25	112	6
MIH214	275	8988	153	55	32	112	9
MIH216	510	9178	138	44	25	110	5
MIH217	353	8191	148	51	28	100	8
MIH218	231	5359	112	37	25	95	5
MIH219	393	8347	166	67	35	122	7
MIH220	411	9215	155	50	21	95	10
MIH221	349	7692	159	56	35	112	8
MIH222	323	6312	131	52	31	107	9
MIH223	385	7059	137	51	36	113	10
MIH224	175	8282	153	56	30	102	8
MIH225	400	7676	162	64	35	120	8
MIH226	417	9060	139	50	31	102	11
MIH227	253	6475	138	56	27	107	8
MIH228	335	4911	106	46	32	101	6
MIH230	350	9359	139	58	34	111	12
MIH231	791	9337	135	49	28	92	7
MIH232	514	6667	146	55	34	107	7
MIH233	324	8600	157	53	31	103	12
MIH234	465	9217	153	62	34	109	11
MIH235	597	8455	159	50	26	101	11
MIH236	352	6172	128	52	29	102	9
MIH238	131	7486	137	39	22	88	6
MIH239	379	7596	136	53	29	109	6
MIH240	387	10118	143	48	34	99	7
MIH241	408	7309	139	62	38	112	9
MIH242	71	7117	105	43	25	92	7
MIH243	398	8257	148	61	35	110	6
MIH244	348	8031	147	48	31	110	7
MIH245	445	8662	173	60	32	121	9
MIH246	385	9153	161	55	38	108	8
MIH247	505	7864	150	57	31	109	9
MIH248	542	9590	155	59	31	115	8
MIH249	408	9507	139	59	30	101	5
MIH250	355	7434	130	47	33	100	7

表 12-3 上幌内モイ遺跡出土黒曜石遺物の XRF 分析による試料の化学組成データ

ID No.	Mn	Fe	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
MIH251	428	7149	138	54	25	108	8
MIH252	481	7175	122	52	26	96	6
MIH254	347	8529	154	62	32	107	9
MIH255	497	7664	153	51	28	102	9
MIH257	533	8714	143	52	40	110	7
MIH258	215	7381	136	51	31	104	4
MIH259	518	7689	143	49	20	104	10
MIH260	326	7901	135	45	32	100	9
MIH261	399	6569	118	49	21	92	6
MIH262	494	9591	156	54	35	112	10
MIH263	188	8101	153	51	36	109	6
MIH264	274	8129	133	47	30	99	5
MIH265	304	6776	115	48	24	88	5
MIH266	354	8173	122	45	29	97	9
MIH267	486	7441	146	53	35	100	6
MIH268	192	5583	63	27	10	71	10
MIH269	257	2006	2	2	5	38	3
MIH270	321	7638	161	57	31	115	12
MIH271	484	7995	116	42	33	88	3
MIH272	572	7885	130	42	28	89	4
MIH273	209	8649	129	59	28	105	7
MIH274	489	9038	149	64	31	106	7
MIH275	582	10849	156	60	32	106	8
MIH276	273	7105	148	53	33	108	8
MIH277	283	8731	180	53	35	106	7
MIH278	300	7804	158	64	35	116	10
MIH279	516	7164	122	44	19	90	9
MIH280	536	8755	168	56	32	111	8
MIH281	348	9861	153	52	28	102	12
MIH282	301	7196	93	36	16	85	3
MIH283	581	8430	166	52	33	112	10
MIH284	0	0	0	0	3	40	7
MIH285	203	8817	161	58	35	125	12
MIH287	271	8182	162	58	34	108	10
MIH288	314	9540	157	59	28	102	11
MIH289	207	7219	155	54	28	107	11
MIH290	338	8365	106	41	27	81	6
MIH291	329	4650	93	31	19	81	3
MIH292	174	7215	147	56	33	104	8
MIH293	391	9231	146	51	34	104	9
MIH294	401	9210	147	57	32	108	9
MIH295	412	7043	129	50	33	96	6
MIH296	504	7348	104	34	21	86	3
MIH297	327	7546	159	60	35	114	8
MIH298	359	6699	137	46	30	110	8
MIH299	207	7367	134	56	35	116	7
MIH300	453	8200	158	61	38	123	9
MIH301	396	8441	170	65	35	118	6
MIH302	280	8254	148	58	33	113	9
MIH303	511	9928	144	64	27	109	3
MIH304	390	7047	162	62	35	114	10
MIH305	236	5229	120	49	24	98	4
MIH306	440	9657	171	58	31	125	7
MIH307	259	6420	134	49	30	109	8
MIH308	408	9016	137	54	26	106	6
MIH309	332	6497	150	58	31	114	5
MIH310	439	10503	143	49	19	101	6

表 12-4 上幌内モイ遺跡出土黒曜石遺物の XRF 分析による試料の化学組成データ

ID No.	Mn	Fe	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
MIH311	191	5120	108	41	28	93	7
MIH312	490	8860	167	59	27	113	7
MIH313	457	8042	171	54	32	111	8
MIH314	245	8679	163	61	31	108	6
MIH315	323	9765	157	72	35	109	7

元素は、Mn、Fe、Zn、Ga、Pb、Th、Rb、Sr、Y、Zr、Nb の合計 11 元素である。しかし、多くの遺物はサイズが小さいため、Rb、Sr、Y、Zr、Nb の 5 元素のみを信頼できるデータとして利用した（ファーガソンほか 2012）。

(3) 短時間照射による放射化分析

黒曜石産地同定には、すべての試料を XRF によって分析し、次にその結果を裏付けるために NAA 分析を行う多元的手法によるアプローチが有効である（Ferguson et al. 2014）。

今回は、空気管照射システムを用いた short-NAA によって 8 点を分析した。MURR において短時間照射で用いられている新品の高密度ポリエチレン製の小瓶に試料を入れた。各試料の重量は 0.01mg 単位で電子秤を用いて記録された。今回の測定試料とともに、アメリカ合衆国の国立標準技術研究所（NIST）が作成した標準試料 SRM-278（黒曜石）、分析品質管理試料 SRM-1633b（石炭飛散灰）、ペルーのアルカ Alca 黒曜石産地の試料が分析された。ポリエチレン製小瓶に入れられた試料は、1 回につき 10 秒間 $8 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ の中性子束の放射線を、一度に 2 回ずつ順次照射された。720 秒間の計測によって、Al、Ba、Cl、Dy、K、Mn、Na の 7 つの短寿命元素を含むガンマ線スペクトルが生じる。

(4) 化学組成データの解釈方法

統計分析によって各データセットを元素濃度の常用対数（底を 10 とする対数）として表した。得られたデータのままでなく常用対数で表示した元素濃度のデータを用いることで、鉄などの主要元素とニオブウムなどの微量元素の間の濃度を適切に補正することができる。常用対数へ変換することにより、その他の多くの微量元素についてもより正規分布に近づけることになる。

考古学的な試料の分析によって得られた化学組成データの解釈については、すでに多くの議論があるため（Baxter and Buck 2000、Bieber et al. 1976、Bishop and Neff 1989、Glascocock 1992、Harbottle 1976、Neff 2000 など）、ここでは要約を示すにとどめる。データ分析の目的は、分析を行うデータセットの中から相互に離散的なグループを見出すこと、そしてそれらのグループを既知の地質学的産地と比較することである。それぞれの化学組成グループは、元素分析結果によって描かれる組成分布の重心とみなすことができる。これらのグループは重心の位置と元素同士の固有の関係（例えば相関関係）として特徴づけられる。測定試料の濃度が地質学的グループから得られることにより、試料を特定の化学組成グループに同定することができる。

(5) 北海道の黒曜石産地データ

ここでは、和田、向井、出穂、ファーガソン、グラスコックが作成した北海道の黒曜石産地データを用いた（Ferguson et al. 2014）。和田と向井が 21 箇所の黒曜石産地から採集した試料をそれぞれ 6 点ずつミズーリ大学原子炉研究施設（MURR）のファーガソンとグラスコックに提供し（そのうち白滝産地の 2 箇所についてはすでに MURR にアーカイブスされている）、XRF と NAA 測定を行っ

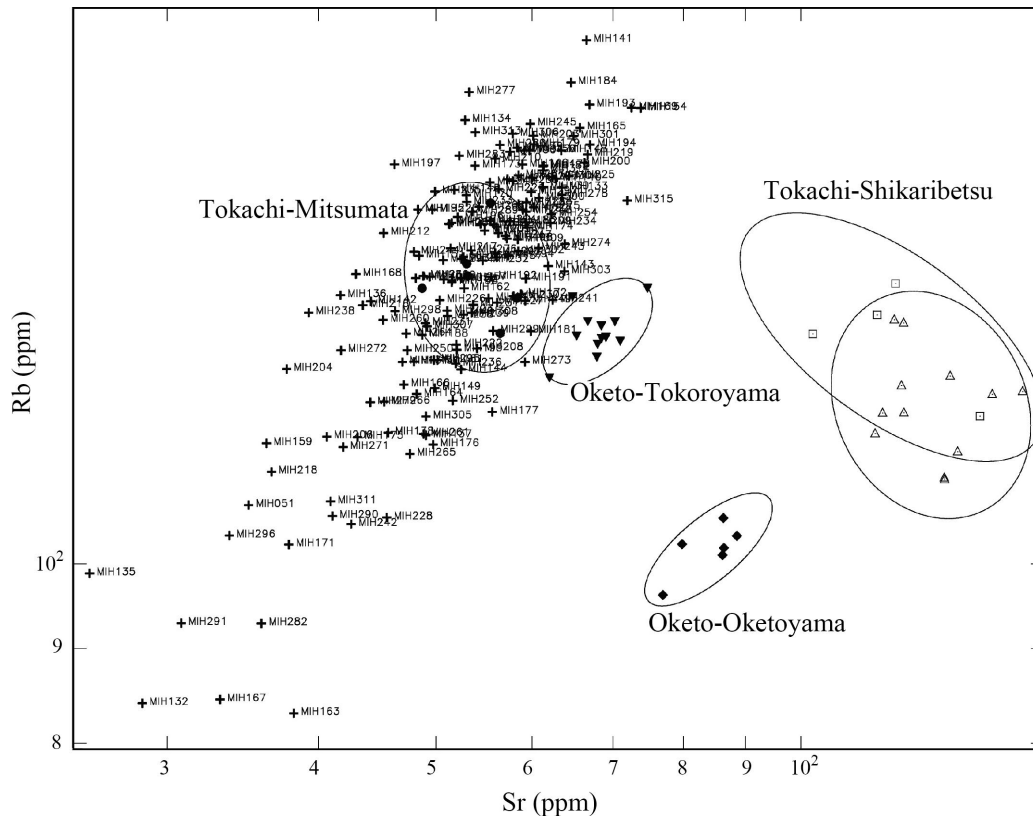


図 34 XRF 分析によるストロンチウムとルビジウム濃度 (ppm) の二変量散布図

た。いくつかの試料は非常に近接した地点から採取されたために、XRF と NAA の化学組成が共に分離できない場合があった。その場合は両者を組み合わせた。組み合わせた産地は生田原(産地 1 と 2)、留辺蘂 (岩山と通子沢)、置戸 (所山と北所山) である。

4. 結果

図 34 に XRF 分析試料全点、および十勝三股と他の産地グループ (置戸所山・置戸山、十勝然別) の信頼区間を、表 12 に各試料の化学組成データを示す。図の通り、個々の試料は楕円で示された産地の信頼区間によく対応するわけではない。これは試料の厚さがデータに影響を与えているためである (Ferguson 2012)。しかしながら、試料は十勝三股の相関線に沿って分布する。すべての遺物は十勝三股産地の相関線によく対応しているが、XRF 単独では 3 つの産地 (赤井川、釧路舌辛、紋別) と区別することができない (Ferguson et al. 2014)。このように、XRF 分析データの注意深い解析により、遺物はある程度の確度で十勝三股産地と判定することができるが、その結果には不明確な点も残っている。

XRF 分析による不明確な点を検討するために、8 点について short-NAA 分析を行った。8 点には XRF 分析結果が判然としなかったものと、もっとも良好な結果が得られたものとが含まれる。図 35 に short-NAA 分析を行った 8 点、および十勝三股、赤井川、釧路舌辛、紋別の 4 つの産地グループの信頼区間を、表 13 に各試料の化学組成データを示す。図の通り、すべての試料を赤井川および紋別から明瞭に区別することができる。残る問題は十勝三股と釧路舌辛とが部分的に重複することである。各試料の化学組成は十勝三股により近いが、釧路舌辛の可能性を排除することはできない。

そこで黒曜石のサイズと質に着目すると、十勝三股の黒曜石は比較的大きく (5 ~ 10cm 以上) 良

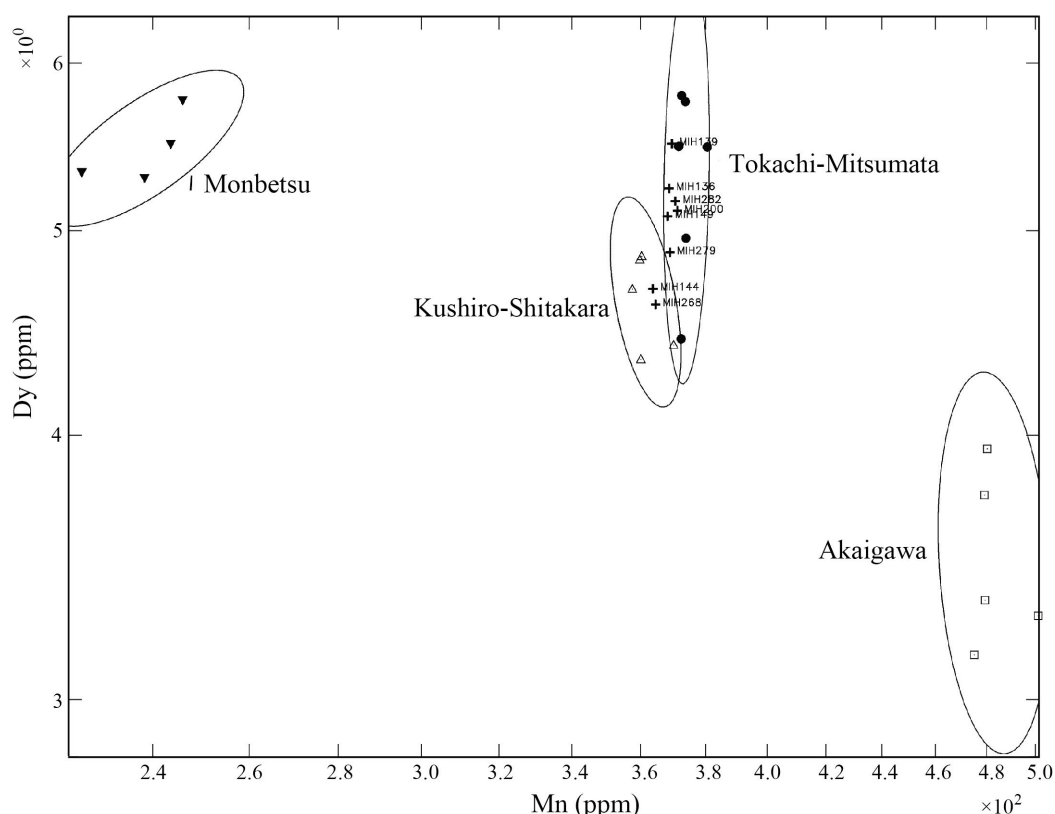


図 35 NAA 分析によるマンガンとジスプロシウム濃度 (ppm) の二変量散布図

質で（北沢 1999、向井・和田 2004）、小形（2cm 前後）であまり質が良くない釧路舌辛の黒曜石（向井 2010、岡崎 1966：149-151 頁、沢編 1978：87 頁）とは肉眼的に明瞭に区別することができる。分析試料はすべて良質で、釧路舌辛で知られている黒曜石のサイズより大きいと推測される。試料の化学組成に加えて、これら 2 つの産地の黒曜石のサイズと質の明瞭な相異を踏まえると、分析試料はすべて十勝三股黒曜石と判定するのが妥当である。

5. 結論

北海道勇払郡厚真町上幌内モイ遺跡旧石器地点から出土した黒曜石遺物 186 点の産地同定を行った。はじめに蛍光 X 線分析（XRF）を行い、次にその結果を裏付けるために 8 点について短時間照射による放射化分析（short-NAA）を行った。XRF 分析では十勝三股の可能性がもっとも高いという結果が得られたが、赤井川、釧路舌辛、紋別の可能性も残った。short-NAA 分析では十勝三股の可能

表 13 上幌内モイ遺跡 IX 層出土黒曜石遺物の NAA 分析による試料の化学組成データ

ID No.	Al	Ba	Cl	Dy	K	Mn	Na
MIH136	66107.1	912.0	341.3	5.2348	38723.2	368.6	30122.9
MIH139	69636.1	924.0	372.9	5.4957	35005.0	369.5	29890.3
MIH144	70182.2	901.3	471.6	4.6925	32571.7	363.7	29440.4
MIH149	71832.6	920.7	472.6	5.0779	53508.0	368.2	18983.5
MIH200	66155.7	831.6	344.3	5.1081	35192.7	371.2	29851.5
MIH268	65714.3	848.4	408.6	4.6130	33194.9	364.5	29952.6
MIH279	69460.1	900.4	365.1	4.8822	40070.5	368.9	28291.5
MIH282	65354.2	850.3	368.6	5.1616	40689.9	370.6	30133.8

性をもっとも高いが、鉏路舌辛の可能性を排除できなかった。これらの分析結果に加えて、十勝三股と鉏路舌辛の黒曜石のサイズと質の明瞭な相異を踏まえると、分析試料はすべて十勝三股黒曜石と判定するのが妥当である。

引用文献

赤井文人 2008 「上幌内モイ石器群の剥離過程」『論集忍路子』II、83-97 頁

厚真町教育委員会 2006 『上幌内モイ遺跡 (1)』、厚真町

Baxter, M. J. and Buck, C. E. 2000. Data Handling and Statistical Analysis. In Ciliberto, E. and Spoto, G. (eds.) *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*, pp. 681-746. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Bieber, A. M. Jr., Brooks, D. W., Harbottle, G., and Sayre, E. V. 1976. Application of multivariate techniques to analytical data on Aegean ceramics. *Archaeometry* 18:59-74

Bishop, R. L. and Neff, H. 1989. Compositional data analysis in archaeology. In Allen, R. O. (ed.) *Archaeological Chemistry* IV, pp. 576-586. Advances in Chemistry Series 220, American Chemical Society, Washington, D. C.

Ferguson, J. R. 2012. X-ray Fluorescence of Obsidian: Approaches to Calibration and the Analysis of Small Samples. In Shugar, A. N. and Mass, J. L. (eds.) *Handheld XRF for Art and Archaeology*, pp. 401-422. Leuven University press, Leuven.

ファーガソン, ジェフリー・グラスコック, マイケル・出穂雅実 2012 「III. F. 1. 黒曜石遺物の蛍光 X 線分析および放射化分析」『黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容 (I)』佐藤宏之編、平成 21 ~ 25 年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 (A) 研究成果中間報告、東京大学常呂実習施設研究報告第 10 集、125-131 頁、北海道

Ferguson, J. R., Glascock, M. D., Izuho, M., Mukai, M., Wada, K., and Sato, H. 2014. (in press) Multi-method characterization of obsidian source compositional groups on Hokkaido Island (Japan). In Ono, A., Suda, Y. and Glascock, M. D. (eds.) *Methodological Issues of Obsidian Provenance Studies and the Standardization of Geologic Obsidian*. B.A.R. International Series, Oxford

Glascock, M. D. 1992. Characterization of archaeological ceramics at MURR by neutron activation analysis and multivariate statistics. In Neff, H. (ed.) *Chemical Characterization of Ceramic Pastes in Archaeology*. pp. 11-26. Prehistory Press, Madison, WI.

Glascock, M. D., and Ferguson, J. R. 2012. Report on the Analysis of Obsidian Source Samples by Multiple Analytical Methods. Report on File. Columbia, MO, University of Missouri Research Reactor Center, Archaeometry Laboratory.

Glascock, M. D., Neff, H., Stryker, K. S. and Johnson, T. N. 1994. Sourcing archaeological obsidian by an abbreviated NAA procedure. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 180:29-35.

Harbottle, G. 1976 Activation analysis in archaeology. *Radiochemistry*, 3:33-72

Izuho, M., Nakazawa, Y., Akai, F., Soda, T., and Oda, H. 2009. Geoarchaeological Investigation at the Upper Paleolithic Site of Kamihoronai-Moi, Hokkaido, Japan. *Geoarchaeology*, 24 (4) : 492-517.

出穂雅実・國木田大・尾田識好・山原敏郎・北沢 実 2013 「北海道十勝平野の後期旧石器時代遺跡の地質編年：新たな AMS 放射性炭素年代の追加とその意義」『旧石器研究』9、137-148 頁

北沢 実 1999 「上土幌町 13 の沢遺跡の分布調査」『北海道旧石器文化研究』4、19-24 頁

向井正幸 2010 「北海道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』2、1-33 頁

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 頁

II -E: ジェフリー R. ファーガソン・マイケル D. グラスコック・

出穂雅実・尾田識好・赤井文人・中沢祐一・佐藤宏之

Neff, H. 2000. Neutron activation analysis for provenance determination in archaeology. In Ciliberto, E. and Spoto, G. (eds.) *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*, pp. 81-134. John Wiley and Sons, Inc., New York.

岡崎由夫 1966『釧路の地質』釧路叢書第7巻、釧路

沢 四朗 (編) 1978『釧路市東釧路第3遺跡発掘報告』釧路市立郷土博物館、釧路

F. 北見市紅葉山遺跡から出土した黒曜石石器の原産地推定： EPMA によるガラスの化学組成と岩石組織

和田恵治・長部伸城・尾田識好・山田哲・佐藤宏之

1. はじめに

黒曜石は緻密で均質な火山ガラスと微量の結晶からなる。黒曜石ガラスの組成分析には、軽元素でも高い精度で微小領域を分析できる電子プローブマイクロアナライザ（EPMA）が有用である（向井ほか 2000、和田ほか 2003 など）。EPMA によるガラスの分析は径 10 μ m 程度の電子ビームを試料に照射して行う。本研究では、EPMA を使って北海道紅葉山遺跡から出土した黒曜石石器（藤本 1964、尾田 2009）計 145 点（微小部破壊分析 125 点、非破壊分析 20 点）のガラス組成を分析し、石器の原産地を推定した。

本研究では、置戸産黒曜石の分析値を新たに得て置戸産黒曜石ガラスの化学組成グループの識別を明確化した上で、置戸産黒曜石石器の原産地組成グループ分類を行った。また留辺蘂産黒曜石の原産地推定においては黒曜石の岩石組織が重要な識別項目となるため、偏光顕微鏡による薄片観察も加えて石器の原産地推定を行った。破壊分析 125 試料の分析結果から、紅葉山遺跡出土の黒曜石石器は、置戸産（60%）と留辺蘂産（32%）の黒曜石が 9 割以上を占め、次いで白滝産（8%）の黒曜石も使われていたことが明らかになった。また置戸産の黒曜石については、置戸山系：所山系（所山 A）：所山系（所山 B）が 1.5:3.5:5 の割合で使われていた。留辺蘂産黒曜石（40 点）については、岩山ノ沢系：通子沢系が 6：4 の割合であることがわかった。

2. 石器分析試料の作成

(1) 微小部分破壊分析

微小破壊分析は石器試料の微小部分（1-3mm 程度）を抜き取り、それを樹脂に包含し研磨した試料を作成して行う。一枚の薄片（スライドガラス：4.8 mm x 2.7 mm）に 50 点以上の石器を埋め込むので一度に多数点の分析が可能となる。また薄片作成時に風化や水和・被熱を受けた石器最表面の大半が削られて研磨されるため、これらの二次的な作用による組成変動を受けなかった信頼度の高い分析値を得ることができる。さらに、これらの分析試料は透過試料なので顕微鏡観察が可能であり、黒曜石の微細組織の特徴からも原産地を同定する手がかりが得られる。

本研究では 125 石器試料の微小破壊分析を行うことができた。石器試料はできるだけ破損面積を最小にするように大きさ数 mm 以下の小片をピックアップした。石器破片は番号付けしてカバーガラスの上に両面テープで貼りつけ、円筒形のアルミリング（計 9 個）の中に格納した（図 36）。アルミリングの中に樹脂（ペトロポキシ）を流し込んで充填させた。樹脂で固められた石器試料をアルミリングから外し、試料の表面を研磨して、接着剤でスライドガラスに貼りつけた。その後、偏光顕微鏡観察ができる程度まで薄く（2-3mm 厚さ）研磨し、薄片試料とした（図 36、合計 5 枚）。EPMA 分析で正確な分析値を得られるように、試料の表面をダイヤモンドペースト（1 μ m）で鏡面研磨し、炭素蒸着を行った。

(2) 非破壊分析

本研究では 20 試料の石器表面に直接に電子照射する非破壊分析を行った。石器試料の表面の汚れを除去するために、アセトンで石器表面を拭いた後、エタノールと蒸留水の溶液に浸して 30 分間超

音波洗浄した。

EPMA 分析では、試料ステージに格納できる石器試料の大きさは、縦横が 8cm x 4.5cm 以内、高さが 2cm 以内に限られる。電子ビームの Z 軸（高さ）での移動範囲は 3mm 以内であるため、凹凸のある石器試料を試料ステージに設置する際は、この範囲内に収まるように石器の高さを調整しなければならない。今回の紅葉山遺跡の石器試料については、1 枚のプレート（スライドガラスまたはプラスチック）上に 6～12 個の試料を載せて両面テープで固定した。表面に炭素蒸着を施した後、EPMA による分析を行った。

3. EPMA 分析方法

黒曜石ガラスの分析は、北海道教育大学旭川校の波長分散型電子プローブマイクロアナライザ（EPMA、JEOL-JXA8600）を使い、加速電圧 15 kV、電流値 0.8×10^{-8} A、電子ビームの走査領域を RDC モードで 2000 倍に設定し、 $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$ の平方範囲で 1 点の分析が行われた。測定元素は、Si、Ti、Al、Fe、Mn、Mg、Ca、Na、K、Cl の主成分 10 元素である。測定時間はピーク 15 秒、バックグラウンド 5 秒の条件で行った。補正は oxide ZAF 法による。測定数は 1 つの石器薄片において異なる測定領域 12 点である。測定方法及び分析精度については、和田ほか（2003）に示されている。

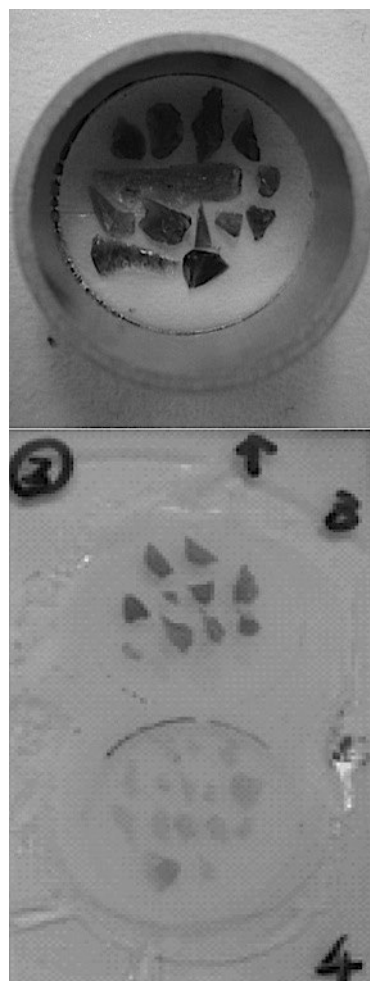


図 36 （上）石器分析試料のアルミリングへの格納、（下）研磨された分析薄片（2つの樹脂埋込試料）

4. 紅葉山遺跡黒曜石石器の黒曜石ガラスの化学組成と原産地推定

(1) 黒曜石石器のガラスの化学組成（微小部分破壊分析結果）

石器 125 点の黒曜石ガラスの EPMA による分析結果を表 14 に示す。1 試料につき異なる測定箇所（測定箇所）で 12 点を分析し、その平均値をとった。

酸化物の重量 % の合計は 98.29% ～ 101.53% である（表 14）。組成の比較のため、合計を 100% 換算した個々の酸化物の重量 % を示した（表 14）。 SiO_2 は 75.19wt.% から 78.72wt.% までの範囲で、黒曜石ガラスはすべて SiO_2 に富む流紋岩の組成を示す。表 14 には石器のガラス組成から推定した原産地と組成グループが示されている。

(2) 北海道産の黒曜石ガラスのスタンダード組成

北海道産黒曜石の黒曜石ガラスの化学組成は、原産地毎に主成分化学組成が異なり、16 の原産地から合計 22 ～ 24 の組成グループがあることが知られている（和田・向井 2007、向井 2010、Wada et al. 2014）。

黒曜石ガラスの主成分元素組成を見ると、黒曜石の原産地毎の化学組成差が明瞭に表れる酸化物は、 TiO_2 、 CaO 、 K_2O である。これら酸化物も含めてマグマの組成変化が関連する酸化物の比をとっ

表 14-1 紅葉山遺跡から出土した黒曜石石器ガラスの化学組成

No.	遺物番号	器種	測定数	total (wt.%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	TiO ₂ /K ₂ O	CaO/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/K ₂ O	FeO+8MgO	原産地	組成グループ
1	RBA9L-2	剥片	12	98.29	77.65	0.04	12.54	0.44	0.02	0.02	0.56	2.66	4.28	0.09	0.010	0.045	0.621	0.623	白滝	赤石山系A
2	RBA9L-4	剥片	12	99.95	77.98	0.05	12.67	0.40	0.06	0.03	0.56	3.82	4.35	0.06	0.011	0.044	0.877	0.654	白滝	赤石山系A
3	RBB7H-9	石刃	12	99.64	77.83	0.04	12.72	0.23	0.05	0.03	0.54	3.79	4.33	0.10	0.008	0.043	0.876	0.439	白滝	赤石山系A
4	RBB8-18-1	剥片(縦長)	12	100.23	78.17	0.04	12.73	0.34	0.05	0.02	0.54	3.80	4.50	0.04	0.009	0.043	0.844	0.500	白滝	赤石山系A
5	RBB8-25	剥片	12	99.64	77.56	0.05	12.49	0.71	0.07	0.02	0.56	3.36	4.74	0.10	0.010	0.045	0.710	0.835	白滝	赤石山系B
6	RBC9L-10	剥片	12	100.17	78.14	0.04	12.63	0.38	0.05	0.03	0.56	3.73	4.54	0.10	0.008	0.044	0.822	0.585	白滝	赤石山系A
7	RBB9-42	剥片	12	99.84	77.89	0.03	12.43	0.63	0.06	0.01	0.41	3.74	4.56	0.09	0.006	0.033	0.820	0.739	白滝	十勝石沢系B
8	RBC10L-14	剥片	12	100.37	78.44	0.11	12.34	0.74	0.07	0.06	0.89	3.68	3.99	0.07	0.026	0.072	0.923	1.235	釧路	所山A
9	RBD6-14	剥片	12	99.65	77.89	0.11	12.48	0.87	0.06	0.08	1.00	3.94	3.15	0.09	0.036	0.080	1.253	1.480	釧路	釧路山
10	RBD7-13	石刃	12	99.19	77.51	0.12	12.34	0.84	0.06	0.08	0.94	3.78	3.46	0.08	0.035	0.076	1.091	1.498	釧路	釧路山
11	RBD9H-14	剥片	12	99.99	78.41	0.12	12.32	0.58	0.03	0.02	0.81	3.63	4.02	0.07	0.029	0.065	0.903	0.780	釧路	所山A
12	RBD10H-2	石刃	12	100.18	78.42	0.11	12.39	0.85	0.05	0.07	1.00	3.89	3.34	0.09	0.032	0.081	1.165	1.395	釧路	釧路山
13	RBB8-21	石刃	12	99.67	78.23	0.10	12.34	0.58	0.05	0.04	0.90	3.48	3.91	0.08	0.026	0.073	0.889	0.860	釧路	所山A
14	RBD6-5	石刃	12	100.17	78.58	0.12	12.49	0.49	0.04	0.01	0.95	4.12	3.32	0.08	0.035	0.076	1.241	0.594	釧路	釧路山
15	RBD8-47	剥片	12	99.98	78.36	0.11	12.52	0.54	0.04	0.01	0.94	3.97	3.43	0.08	0.032	0.075	1.156	0.646	釧路	釧路山
16	RBD9-17	細石刃(石刃)	12	100.03	78.40	0.09	12.50	0.61	0.03	0.03	0.97	4.12	3.22	0.08	0.029	0.077	1.281	0.852	釧路	釧路山
17	RBC6L-8	剥片	12	100.03	78.21	0.12	12.25	0.82	0.05	0.11	0.88	3.52	4.00	0.08	0.030	0.071	0.879	1.707	釧路	所山B
18	RBC7H-27	剥片	12	100.04	78.00	0.11	12.35	0.77	0.08	0.07	0.88	3.59	4.12	0.08	0.027	0.071	0.870	1.349	釧路	所山B
19	RBC8-15	剥片(石刃様)	12	99.91	78.02	0.12	12.27	0.80	0.04	0.09	0.85	3.58	4.08	0.08	0.029	0.069	0.878	1.487	釧路	所山B
20	RBC8L-21	剥片(石刃様)	12	99.95	78.21	0.12	12.33	0.71	0.05	0.07	0.84	3.49	4.08	0.08	0.029	0.068	0.856	1.263	釧路	所山A
21	RBC8H-14	石刃	12	100.22	78.54	0.13	12.31	0.66	0.09	0.06	0.90	3.57	3.91	0.07	0.032	0.073	0.915	1.115	釧路	所山A
22	RBC8H-19	剥片(打面再生)	12	100.65	78.69	0.11	12.33	0.69	0.04	0.08	0.83	3.63	4.19	0.07	0.026	0.067	0.865	1.300	釧路	所山A
23	RBC9L-4	石刃	11	99.35	77.66	0.12	12.25	0.71	0.03	0.08	0.86	3.48	4.08	0.09	0.029	0.071	0.854	1.338	釧路	所山A
24	RBD8-45	石刃	12	99.93	78.43	0.10	12.29	0.60	0.03	0.07	0.97	3.82	3.58	0.05	0.028	0.079	1.068	1.167	釧路	釧路山
25	RBD10-5	石刃	12	100.37	78.72	0.12	12.31	0.70	0.03	0.06	0.87	3.48	4.03	0.08	0.030	0.070	0.865	1.148	釧路	所山A
26	RBC9H-2	剥片	12	100.05	75.33	0.13	13.67	1.54	0.06	0.28	1.65	3.63	3.70	0.06	0.036	0.121	0.979	3.788	留辺蘂	通子沢
27	RBD7-12	剥片(部分加工)	12	100.33	75.48	0.15	13.76	1.46	0.05	0.29	1.66	3.73	3.70	0.07	0.042	0.121	1.009	3.775	留辺蘂	通子沢
28	RBD8-95	石刃	12	100.49	75.56	0.15	13.77	1.56	0.06	0.31	1.65	3.81	3.60	0.05	0.041	0.120	1.056	4.006	留辺蘂	通子沢
29	RBD11-8	石刃	12	100.47	75.50	0.15	13.80	1.57	0.05	0.28	1.66	3.81	3.61	0.06	0.041	0.120	1.054	3.832	留辺蘂	通子沢
30	RBC8-22	剥片	12	100.26	77.95	0.05	12.67	0.43	0.04	0.01	0.46	3.89	4.68	0.08	0.010	0.037	0.831	0.552	白滝	十勝石沢系A
31	RBA6-6	剥片	12	100.42	75.53	0.13	13.76	1.48	0.06	0.26	1.65	3.85	3.67	0.05	0.035	0.120	1.051	3.528	留辺蘂	通子沢
32	RBA6L-1	石刃	12	99.93	75.19	0.12	13.77	1.42	0.07	0.24	1.64	3.81	3.62	0.07	0.034	0.119	1.051	3.377	留辺蘂	通子沢
33	RBB6-10-1	石刃	12	98.37	74.96	0.15	14.08	1.38	0.03	0.24	1.71	3.82	3.56	0.06	0.042	0.121	1.072	3.337	留辺蘂	通子沢
34	RBB9-27	細石刃(石刃)	12	98.69	74.98	0.14	13.99	1.37	0.04	0.25	1.68	3.83	3.66	0.05	0.038	0.120	1.045	3.379	留辺蘂	通子沢
35	RBC9-5	剥片	12	100.22	75.34	0.18	13.76	1.37	0.07	0.25	1.60	3.89	3.72	0.05	0.048	0.116	1.045	3.371	留辺蘂	通子沢
36	RBC10-15	剥片	12	100.07	75.25	0.15	13.79	1.34	0.07	0.24	1.66	3.84	3.68	0.06	0.042	0.120	1.043	3.247	留辺蘂	通子沢
37	RBD6-4	削片	12	99.84	78.08	0.12	12.51	0.65	0.06	0.02	0.87	4.20	3.27	0.07	0.036	0.070	1.285	0.819	釧路	釧路山
38	RBD7-5	剥片(打面再生)	12	99.87	78.12	0.10	12.55	0.58	0.03	0.02	0.87	4.13	3.41	0.07	0.030	0.069	1.214	0.734	釧路	釧路山
39	RBD8-59	剥片	12	100.15	78.17	0.10	12.56	0.68	0.05	0.02	0.88	4.21	3.43	0.07	0.029	0.070	1.228	0.873	釧路	釧路山
40	RBD11-2	剥片(縦長)	12	101.39	78.03	0.10	12.32	0.78	0.04	0.06	0.86	3.70	4.02	0.08	0.025	0.070	0.921	1.292	釧路	所山B
41	RBA9-3	石刃	12	100.04	78.03	0.11	12.28	0.88	0.04	0.09	0.81	3.70	4.05	0.07	0.026	0.066	0.914	1.608	釧路	所山B
42	RBB6-19	剥片(打面再生)	12	99.95	77.93	0.11	12.30	0.89	0.03	0.10	0.82	3.64	4.06	0.06	0.026	0.067	0.895	1.727	釧路	所山B
43	RBB6L-3	剥片	12	100.19	78.00	0.11	12.27	0.92	0.05	0.11	0.81	3.75	4.12	0.07	0.026	0.066	0.911	1.796	釧路	所山B
44	RBB6H-18	剥片(打面再生)	12	100.24	78.18	0.09	12.35	0.87	0.04	0.11	0.81	3.65	4.11	0.06	0.022	0.065	0.888	1.714	釧路	所山B
45	RBC7-2	細石刃	12	100.11	77.95	0.11	12.27	0.93	0.07	0.11	0.80	3.71	4.12	0.07	0.026	0.065	0.899	1.772	釧路	所山B
46	RBC7H-22	石刃	12	99.35	77.60	0.11	12.25	0.95	0.05	0.09	0.81	3.29	4.16	0.06	0.027	0.066	0.790	1.658	釧路	所山B
47	RBD8-86	剥片(打面調整)	12	100.13	77.82	0.11	12.33	0.95	0.06	0.12	0.82	3.74	4.12	0.07	0.028	0.066	0.909	1.885	釧路	所山B
48	RBD9-13	石刃	12	99.74	77.92	0.10	12.27	0.92	0.05	0.11	0.83	3.42	4.08	0.05	0.025	0.068	0.838	1.824	釧路	所山B
49	RBD11-3	石刃	12	100.28	78.01	0.13	12.34	0.97	0.04	0.12	0.85	3.71	4.07	0.06	0.031	0.069	0.911	1.888	釧路	所山B
50	RBD11-17	石刃	12	98.52	75.11	0.16	13.93	1.57	0.08	0.27	1.65	3.57	3.60	0.06	0.044	0.119	0.992	3.761	留辺蘂	通子沢
51	RBA6-3	石刃	12	98.52	74.89	0.14	14.03	1.58	0.06	0.27	1.66	3.79	3.53	0.04	0.039	0.118	1.073	3.728	留辺蘂	通子沢
52	RBC7-4	剥片(石刃様)	12	100.09	77.86	0.11	12.32	0.95	0.03	0.11	0.83	3.70	4.13	0.06	0.028	0.067	0.895	1.793	釧路	所山B
53	RBC7H-33	剥片	12	100.02	78.10	0.11	12.23	0.82	0.05	0.09	0.85	3.67	4.05	0.05	0.027	0.069	0.907	1.572	釧路	所山B
54	RBC9-7	剥片	12	100.19	75.41	0.14	13.75	1.50	0.04	0.27	1.60	3.73	3.71	0.05	0.037	0.116	1.005	3.689	留辺蘂	通子沢
55	RBC10H-3	石刃	12	100.24	78.10	0.12	12.29	0.92	0.06	0.09	0.86	3.70	4.06	0.06	0.029	0.070	0.912	1.640	釧路	所山B
56	RBC11L-16	石刃	12	100.53	75.65	0.15	13.76	1.54	0.05	0.28	1.62	3.79	3.63	0.06	0.041	0.118	1.042	3.765	留辺蘂	通子沢
57	RBD8-2	剥片	12	98.62	74.86	0.15	14.03	1.51	0.06	0.29	1.65	3.85	3.56	0.05	0.041	0.118	1.080	3.849	留辺蘂	通子沢
58	RBD8-61	剥片	12	101.53	78.14	0.12	12.24	0.94	0.06	0.11	0.88	3.48	3.95	0.07	0.031	0.072	0.882	1.816	釧路	所山B
59	RBD8-90	石刃	12	99.75	77.57	0.08	12.21	0.96	0.06	0.11	0.84	3.76	4.09	0.08	0.020	0.069	0.919	1.852	釧路	所山B
60	RBD8H-60	細石刃	12	100.50	78.27	0.12	12.24	1.00	0.03	0.10	0.88	3.27	4.03	0.06	0.030	0.072	0.811	1.761	釧路	所山B
61	RBD9-29	細石刃	12	100.87	78.10	0.10	12.19	0.90	0.07	0.10	0.88	3.59	4.01	0.07	0.024	0.072	0.895	1.685	釧路	所山B
62	RBA9L-5	石刃																		

表 14-2 紅葉山遺跡から出土した黒曜石器ガラスの化学組成

No.	遺物番号	器種	測定数	total (wt.%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	TiO ₂ /K ₂ O	CaO/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/K ₂ O	FeO+8MgO	原産地	組成グループ
64	RBB7-12-1	石刃	12	100.70	78.05	0.12	12.28	0.78	0.07	0.12	0.88	3.58	4.08	0.06	0.028	0.071	0.879	1.710	置戸	所山B
65	RBB7-15	石刃	12	100.93	78.26	0.11	12.25	0.77	0.04	0.11	0.86	3.53	4.01	0.08	0.027	0.070	0.880	1.614	置戸	所山B
66	RBD8-71	石刃	12	100.89	78.13	0.10	12.30	0.88	0.03	0.11	0.86	3.56	3.98	0.07	0.025	0.070	0.893	1.728	置戸	所山B
67	RBD9-19	細石刃	12	98.95	77.48	0.11	12.23	0.68	0.04	0.09	0.84	3.45	3.98	0.07	0.028	0.068	0.866	1.408	置戸	所山A
68	RBA5-4	剥片	12	100.70	78.68	0.10	12.32	0.53	0.06	0.03	0.85	3.41	3.93	0.07	0.027	0.069	0.869	0.795	置戸	所山A
69	RBA7H-5	剥片	11	100.71	78.47	0.12	12.25	0.70	0.03	0.07	0.85	3.49	3.95	0.07	0.030	0.070	0.883	1.231	置戸	所山A
70	RBA8-3	石刃	12	97.30	76.23	0.05	13.22	1.15	0.00	0.08	1.37	4.01	3.83	0.05	0.014	0.104	1.048	1.753	留辺蘂	岩山ノ沢
71	RBA8-8	細石刃	12	100.86	78.50	0.10	12.23	0.77	0.06	0.08	0.86	3.36	3.94	0.09	0.024	0.070	0.852	1.435	置戸	所山B
72	RBA8-10	石刃	12	98.33	76.66	0.07	13.30	0.86	0.05	0.03	1.30	3.86	3.78	0.09	0.019	0.098	1.021	1.128	留辺蘂	岩山ノ沢
73	RBB7-6-1	石刃	12	101.01	78.26	0.10	12.24	0.77	0.05	0.09	0.88	3.49	4.04	0.08	0.025	0.072	0.862	1.511	置戸	所山B
74	RBB7-10	細石刃	12	98.20	76.48	0.08	13.24	1.12	0.07	0.07	1.31	3.79	3.75	0.09	0.020	0.099	1.011	1.647	留辺蘂	岩山ノ沢
75	RBB8H-7	剥片	12	98.10	76.63	0.08	13.27	1.00	0.04	0.05	1.31	3.73	3.79	0.09	0.021	0.099	0.983	1.379	留辺蘂	岩山ノ沢
76	RBB9-6	紅葉山型細石刃核	12	99.01	77.37	0.11	12.23	0.73	0.05	0.09	0.86	3.50	4.01	0.07	0.027	0.070	0.874	1.442	置戸	所山B
77	RBB9-10	剥片(石刃様)	12	99.47	77.78	0.10	12.27	0.61	0.03	0.05	0.83	3.55	4.19	0.08	0.024	0.068	0.846	0.983	置戸	所山A
78	RB10-2	石刃	12	100.59	78.57	0.12	12.30	0.54	0.05	0.04	0.86	3.42	4.03	0.07	0.030	0.070	0.848	0.851	置戸	所山A
79	RBB10-3	細石刃	12	100.96	78.17	0.11	12.26	0.72	0.08	0.11	0.86	3.58	4.04	0.07	0.027	0.070	0.886	1.604	置戸	所山A
80	RBB10-9	石刃	12	101.10	78.07	0.11	12.27	0.85	0.07	0.10	0.87	3.58	4.01	0.06	0.028	0.071	0.893	1.679	置戸	所山B
81	RBB10L-3	細石刃	12	101.26	78.31	0.10	12.25	0.63	0.05	0.05	0.86	3.62	4.05	0.07	0.026	0.071	0.894	1.065	置戸	所山A
82	RBC7H-50	剥片	11	98.04	76.89	0.06	13.19	1.01	0.06	0.04	1.30	3.64	3.72	0.09	0.016	0.098	0.979	1.345	留辺蘂	岩山ノ沢
83	RBC8-17	剥片(石刃様)	12	98.44	76.48	0.08	13.30	1.10	0.06	0.05	1.31	3.74	3.79	0.10	0.021	0.099	0.989	1.487	留辺蘂	岩山ノ沢
84	RBC8L-14	細石刃	12	98.56	76.68	0.06	13.28	1.09	0.07	0.06	1.30	3.66	3.72	0.08	0.015	0.098	0.985	1.594	留辺蘂	岩山ノ沢
85	RBC8L-39	石刃	8	98.29	75.65	0.04	12.88	1.15	0.06	0.06	1.23	3.36	3.79	0.09	0.011	0.096	0.887	1.601	留辺蘂	岩山ノ沢
86	RBC8H-20	剥片(打面調整)	12	98.98	77.71	0.11	12.16	0.57	0.05	0.07	0.85	3.37	4.02	0.06	0.028	0.070	0.837	1.132	置戸	所山A
87	RBC10H-1	剥片(打面再生)	12	100.90	78.32	0.11	12.20	0.82	0.04	0.12	0.89	3.47	3.97	0.07	0.029	0.073	0.875	1.778	置戸	所山B
88	RBD7-32	石刃	12	101.04	78.22	0.10	12.30	0.64	0.05	0.05	0.87	3.61	4.11	0.07	0.025	0.070	0.879	1.010	置戸	所山A
89	RBD8-6	石刃	12	99.81	77.32	0.03	12.61	0.70	0.10	0.02	0.40	3.82	4.74	0.08	0.007	0.031	0.805	0.835	白滝	十勝石沢系A
90	RBD8-49	石刃	12	99.92	77.04	0.07	13.14	1.00	0.07	0.04	1.25	3.51	3.72	0.09	0.018	0.095	0.944	1.349	留辺蘂	岩山ノ沢
91	RBD8-60	剥片	12	100.16	78.51	0.11	12.44	0.54	0.05	0.06	0.84	3.57	3.99	0.07	0.029	0.067	0.896	0.984	置戸	所山A
92	RBD8-79	剥片(打面再生)	12	99.97	77.08	0.07	13.09	1.00	0.06	0.05	1.24	3.55	3.76	0.09	0.018	0.095	0.944	1.414	留辺蘂	岩山ノ沢
93	RBD8-87-2	石刃	12	98.79	78.11	0.12	12.33	0.56	0.04	0.05	0.99	2.75	3.78	0.07	0.032	0.081	0.727	0.981	置戸	所山A
94	RBD8-88	石刃	12	98.89	78.12	0.11	12.31	0.61	0.04	0.05	0.88	2.68	4.03	0.06	0.028	0.072	0.665	1.042	置戸	所山A
95	RBD9-5	剥片(縦長)	12	98.98	76.97	0.06	13.06	1.05	0.06	0.04	1.23	2.71	3.73	0.09	0.017	0.094	0.725	1.372	留辺蘂	岩山ノ沢
96	RBD9-11	剥片(打面再生)	12	99.89	78.23	0.10	12.47	0.75	0.05	0.08	0.85	3.32	3.99	0.06	0.026	0.068	0.833	1.356	置戸	所山B
97	RBD9-40	石刃	12	99.74	78.23	0.11	12.37	0.71	0.04	0.07	0.86	3.26	4.03	0.07	0.028	0.069	0.810	1.290	置戸	所山A
98	RBD9-27	細石刃	12	99.02	76.36	0.06	12.94	1.07	0.04	0.07	1.24	3.42	3.75	0.10	0.016	0.096	0.914	1.622	留辺蘂	岩山ノ沢
99	RBD9-30	剥片	12	99.12	77.84	0.12	12.25	0.63	0.02	0.08	0.85	3.23	4.06	0.06	0.029	0.069	0.797	1.287	置戸	所山A
100	RBD9-41	剥片(石刃様)	12	99.91	77.12	0.09	13.05	1.12	0.04	0.07	1.22	3.51	3.63	0.09	0.025	0.094	0.965	1.710	留辺蘂	岩山ノ沢
101	RBD9L-2	剥片	12	100.19	78.30	0.13	12.39	0.84	0.04	0.10	0.87	3.56	3.92	0.06	0.032	0.070	0.908	1.652	置戸	所山B
102	RBD9L-11	細石刃	12	100.52	78.69	0.11	12.42	0.77	0.04	0.09	0.86	3.48	3.99	0.07	0.029	0.069	0.872	1.479	置戸	所山B
103	RBD10-8	剥片	12	100.20	78.20	0.11	12.50	0.78	0.03	0.08	0.91	3.64	3.89	0.07	0.027	0.072	0.935	1.433	置戸	所山B
104	RBD10-9	石刃	12	100.12	78.39	0.11	12.47	0.57	0.04	0.04	0.85	3.58	4.02	0.07	0.028	0.068	0.889	0.911	置戸	所山A
105	RBD11H-1	剥片	12	100.04	78.15	0.10	12.36	0.89	0.05	0.10	0.85	3.52	3.97	0.07	0.025	0.068	0.888	1.693	置戸	所山B
106	RBA8-23	石刃	12	100.17	77.80	0.02	12.77	0.77	0.05	0.02	0.47	3.71	4.49	0.07	0.004	0.037	0.828	0.939	白滝	十勝石沢系A
107	RBC7H-28	剥片	12	100.49	78.51	0.10	12.41	0.71	0.03	0.10	0.89	3.62	4.06	0.08	0.026	0.072	0.891	1.537	置戸	所山A
108	RBB6-13	石刃	12	100.50	75.58	0.13	13.89	1.55	0.07	0.28	1.64	3.74	3.59	0.05	0.036	0.118	1.043	3.795	留辺蘂	通子沢
109	RBB9-14	石刃	12	100.31	76.92	0.07	13.19	1.25	0.07	0.07	1.27	3.61	3.80	0.09	0.018	0.096	0.952	1.799	留辺蘂	岩山ノ沢
110	RBB9-49	剥片	12	100.12	78.26	0.11	12.37	0.85	0.04	0.08	0.83	3.51	4.02	0.06	0.028	0.067	0.874	1.466	置戸	所山B
111	RBC7H-3	細石刃	12	100.21	78.12	0.10	12.40	0.95	0.05	0.10	0.87	3.56	4.01	0.06	0.026	0.070	0.886	1.768	置戸	所山B
112	RBC7H-21	石刃	12	100.27	78.34	0.13	12.44	0.95	0.06	0.11	0.85	3.35	4.00	0.06	0.032	0.068	0.838	1.851	置戸	所山B
113	RBD9L-30	剥片(打面調整)	12	100.35	78.46	0.10	12.32	0.87	0.02	0.09	0.84	3.59	4.01	0.07	0.026	0.068	0.896	1.590	置戸	所山B
114	RBC7-7	剥片(縦長)	12	99.14	77.62	0.12	12.22	0.79	0.04	0.10	0.87	3.52	3.82	0.07	0.031	0.071	0.923	1.598	置戸	所山B
115	RBA6-1	剥片(縦長)	12	99.37	76.48	0.07	12.83	1.29	0.04	0.09	1.24	3.57	3.69	0.09	0.020	0.097	0.969	2.032	留辺蘂	岩山ノ沢
116	RBA8-7	剥片(打面再生)	12	100.54	77.49	0.08	13.22	1.05	0.03	0.05	1.29	3.64	3.63	0.09	0.023	0.097	1.002	1.454	留辺蘂	岩山ノ沢
117	RBA8-19	石刃	12	99.31	77.69	0.10	12.22	0.64	0.02	0.09	0.86	3.51	4.12	0.08	0.025	0.071	0.853	1.349	置戸	所山A
118	RBA9-5	剥片	12	100.12	77.18	0.08	13.16	1.03	0.05	0.05	1.29	3.48	3.72	0.09	0.023	0.098	0.936	1.447	留辺蘂	岩山ノ沢
119	RBA9L-3	剥片	12	100.35	77.36	0.09	13.26	1.00	0.03	0.05	1.30	3.62	3.56	0.10	0.024	0.098	1.016	1.391	留辺蘂	岩山ノ沢
120	RBA10-1	剥片(縦長)	12	100.55	77.31	0.05	13.37	0.94	0.03	0.06	1.33	3.65	3.78	0.06	0.014	0.099	0.964	1.387	留辺蘂	岩山ノ沢
121	RBA14-3	石刃	11	100.42	77.10	0.09	13.17	1.30	0.04	0.10	1.29	3.52	3.75	0.09	0.024	0.098	0.938	2.121	留辺蘂	岩山ノ沢
122	RBB9-3	剥片	12	100.20	77.11	0.09	13.20	1.04	0.06	0.08	1.31	3.57	3.67	0.08	0.025	0.099	0.972	1.714	留辺蘂	岩山ノ沢
123	RBC7H-49	剥片	12	100.15	77.04	0.08	13.16	1.32	0.04	0.09	1.19	3.56	3.60	0.09	0.021	0.091	0.990	2.060	留辺蘂	岩山ノ沢
124	RBC8H-13	石刃	12	100.18	77.21	0.08	13.20	1.12	0.02	0.06	1.18	3.50	3.73	0.10	0.022	0.089	0.938	1.597	留辺蘂	岩山ノ沢
125	RBD9-1																			

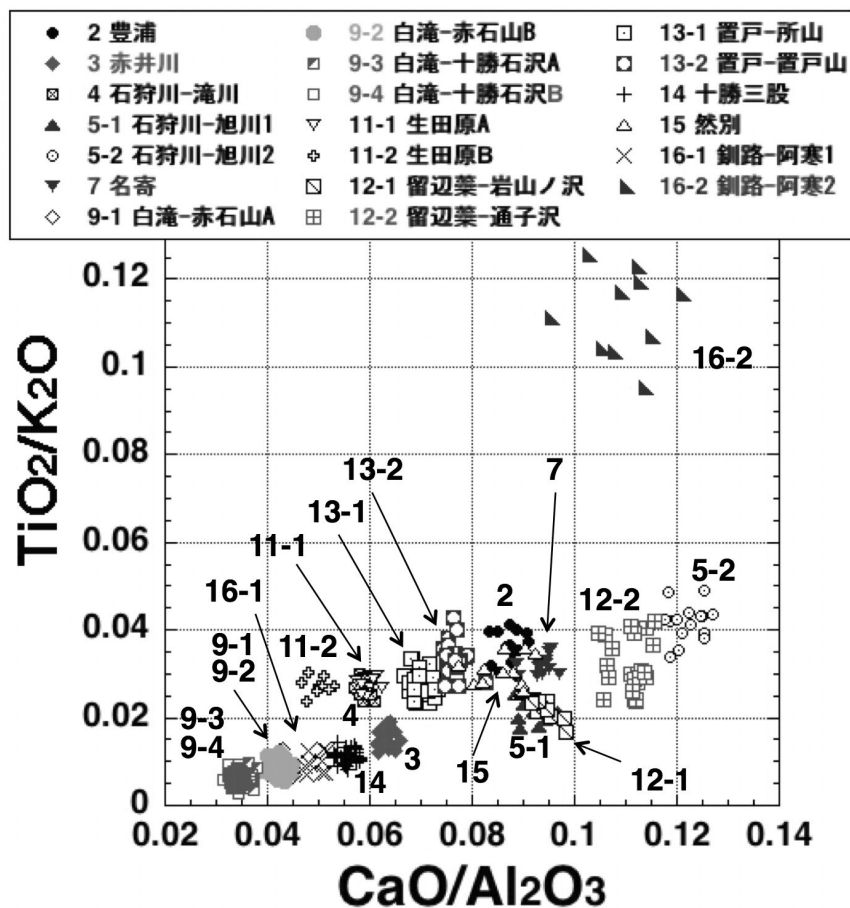


図 37 北海道産黒曜石ガラスの $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ vs. $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 図（向井 2010、Wada et al.2014 による）

た $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ と $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ の関係図は、化学組成の違いを明瞭に判別することができるため、産地毎の黒曜石を同定するための有効な識別図の一つである（向井ほか 2000、和田ほか 2003）。また、横軸に SiO_2 や CaO 、縦軸に他の酸化物をとった関係図の特徴からも原産地を特定することが可能である。図 37 に北海道産黒曜石ガラスの $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ 比と $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比の関係図を示す（向井 2010、Wada et al. 2014）。

(3) 紅葉山遺跡黒曜石石器の原産地推定

紅葉山遺跡出土の黒曜石石器 125 試料のガラス組成を $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ - $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 図にプロットして、北海道産黒曜石原産地のスタンダード組成（和田・向井 2007）と比較して石器の原産地推定を行った。また、1 試料ずつ北海道産黒曜石原産地それぞれの平均化学組成値（和田・向井 2007）に合致しているかどうかチェックした。その結果、紅葉山遺跡の石器黒曜石ガラスは、白滝産黒曜石の組成領域に入るものが 10 試料、置戸産黒曜石の組成領域に入るものが 75 試料であった（図 38）。

残りの 40 試料については、留辺蘂産黒曜石の組成領域ないし石狩川 - 旭川産黒曜石（Wada et al., 2014 の産地名称による）の組成領域に入ることが推定された（図 38）。留辺蘂産の組成領域と石狩川 - 旭川産の組成領域はそれぞれ 2 つの組成グループに分かれ（向井ほか 2000、向井 2005）、しかも双方共に組成領域が重なるため（留辺蘂・岩山ノ沢系と石狩川 - 旭川 1、留辺蘂・通子沢系と石狩川 - 旭川 2）、両者を識別することは容易ではない。

石狩川 - 旭川産黒曜石は地質学的原産地（一次原産地）が不明であるが、北海道中央高地から東側

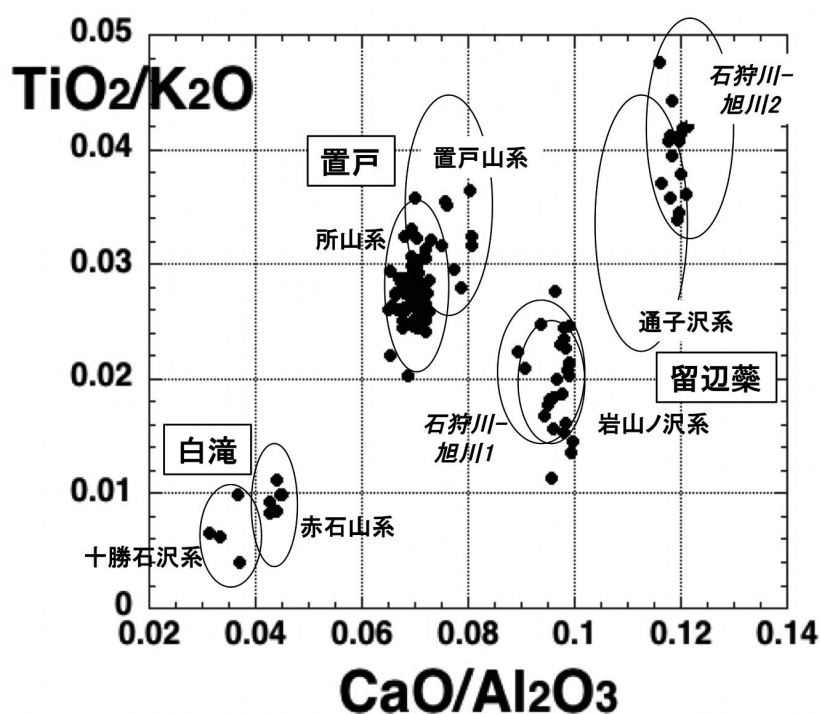


図 38 紅葉山遺跡黒曜石石器 125 点の黒曜石ガラスの $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ vs. $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 図

ではそれらが転石として見いだされていないことを考慮すると、その原産地は北海道中央高地から西部側であると思われる。その場合、石狩川 - 旭川原産地から紅葉山遺跡までは距離的にかなり遠くなる。

紅葉山遺跡に空間的に近い原産地は留辺蘂黒曜石である。したがって紅葉山遺跡の位置を考えると、これらの石器 40 試料は留辺蘂産である可能性が高いと判断した。この推定については後述するように分析試料の顕微鏡観察を行って黒曜石の岩石組織からもチェックした。

a. 置戸産黒曜石石器の組成グループ推定

分析した紅葉山遺跡黒曜石石器の 75 試料は置戸産である (図 38・表 14)。次に、これらの石器が、置戸産黒曜石の 3 つの組成グループのどの系列の組成グループに由来するのかを推定する。

置戸産黒曜石は置戸山組成グループと所山組成グループに大きく分かれる (向井ほか 2002、Wada et al. 2014)。これらの組成グループは $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比の違いによって明瞭に区別できる。置戸山組成グループは $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比が 1 より大きいが、所山組成グループはこの比が 1 より小さい (図 39)。また $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比が置戸山組成グループでは多くが 0.075 以上であるが、所山組成グループではこの比が 0.075 以下の値を示す (図 39)。

今回、置戸地域の所山組成グループに属する黒曜石ガラスの化学分析値を新たに加えて、和田ほか (2011) が指摘した、所山組成グループが所山と北所山に細分されることを確かめた (図 40)。所山組成グループは主に FeO 量の違いによって、所山 A (所山) と所山 B (北所山) に分けることができる (Wada et al. 2014)。所山 A と所山 B の境界は FeO 量が 0.7 ~ 0.75wt.% にある (図 40)。また所山 B は MgO 量が所山 A に比べてわずかに高い値を示す。この MgO 量の違いも考慮に入れた FM 値 = $10(\text{FeO} + 8\text{MgO})$ を指標とすると、所山 A と所山 B の組成の違いは FM 値が 13 ~ 14 に閾値があり、この値より低い組成グループが所山 A で、この値より高い組成グループが所山 B である (図 40)。

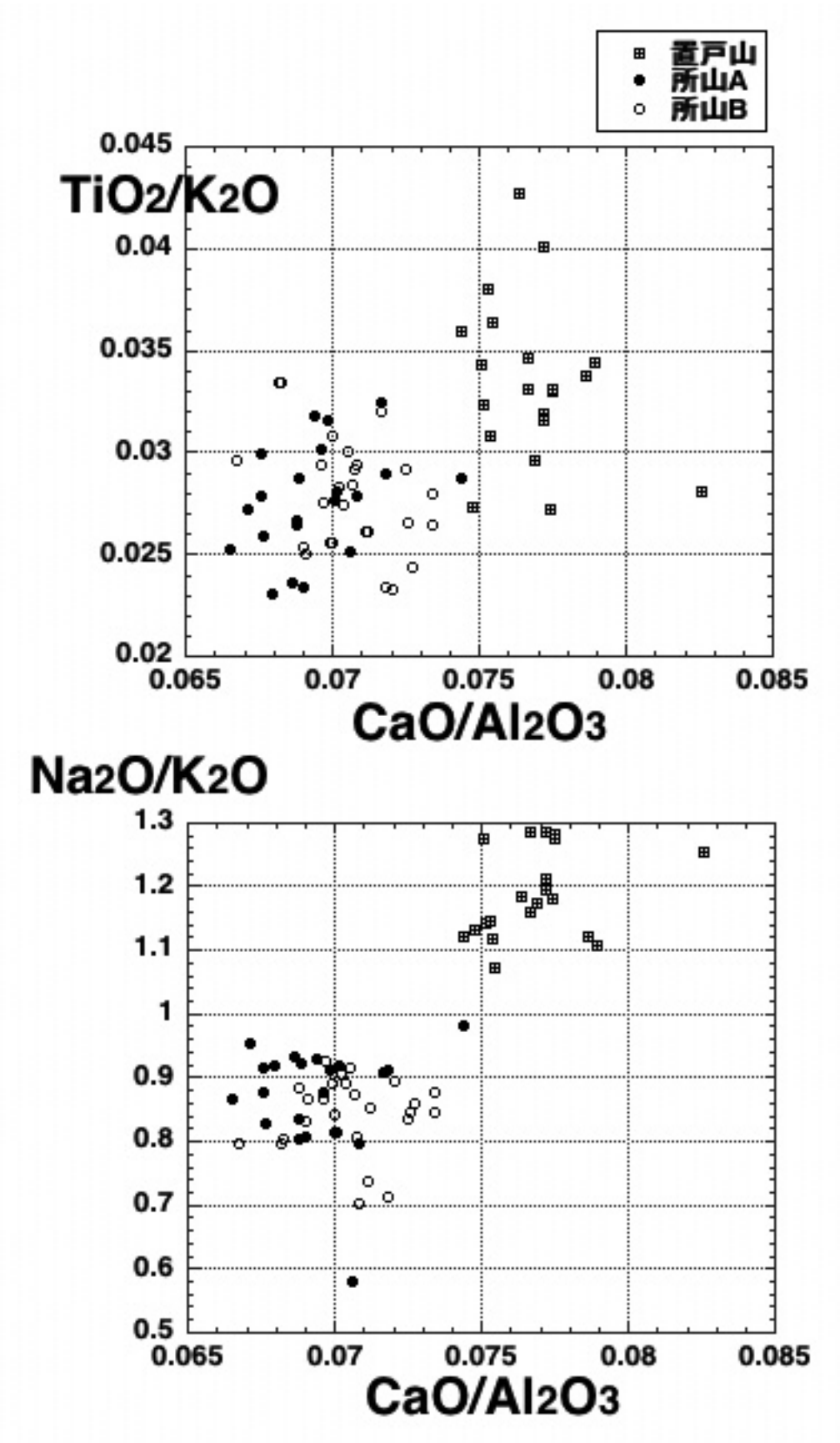


図 39 置戸産黒曜石ガラスの $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ vs. $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ vs. $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 図

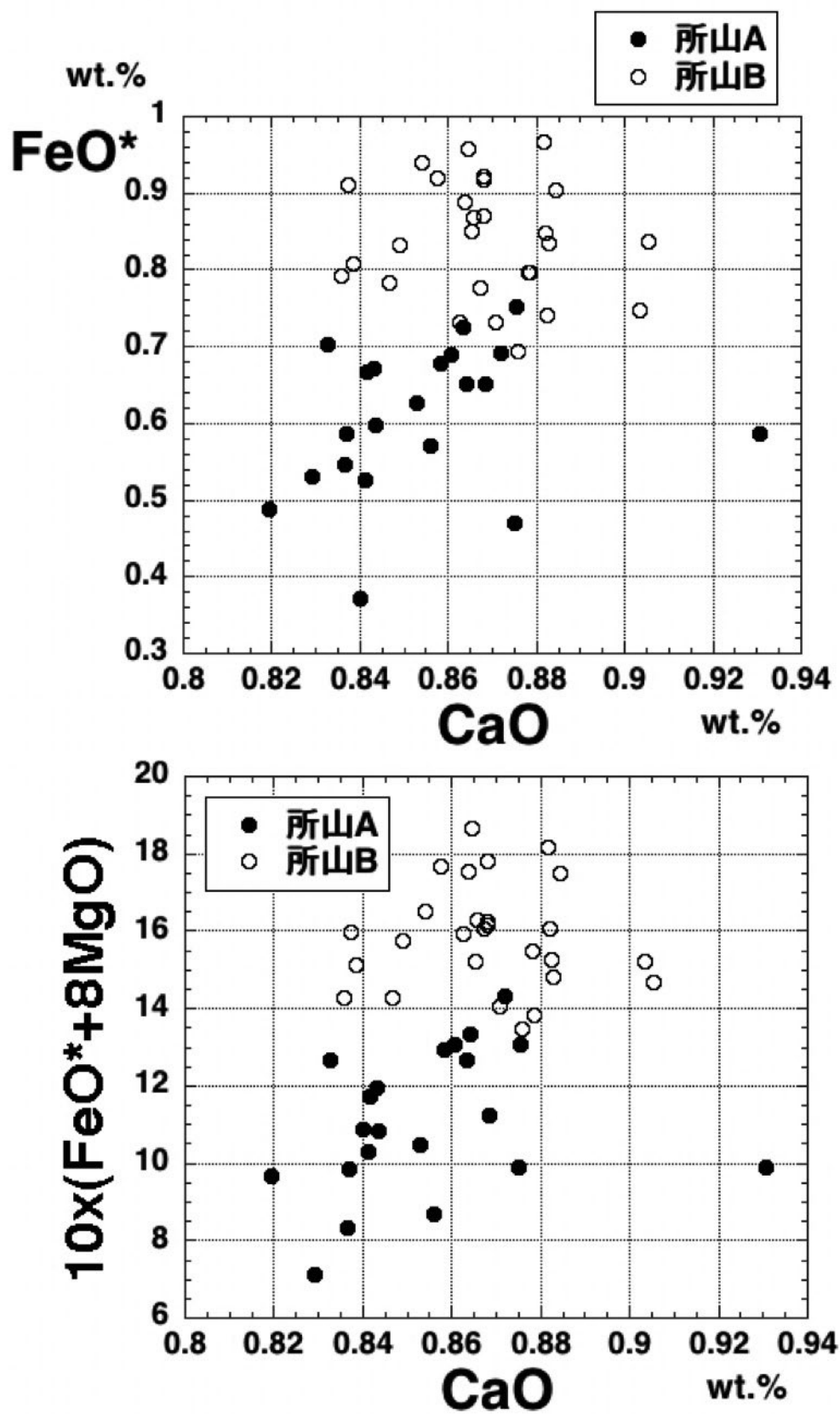


図 40 置戸産所山系黒曜石ガラスの FeO^* vs. CaO 、 $10(\text{FeO}^*+8\text{MgO})$ vs. CaO 図
 FeO^* : 全鉄を FeO とする。

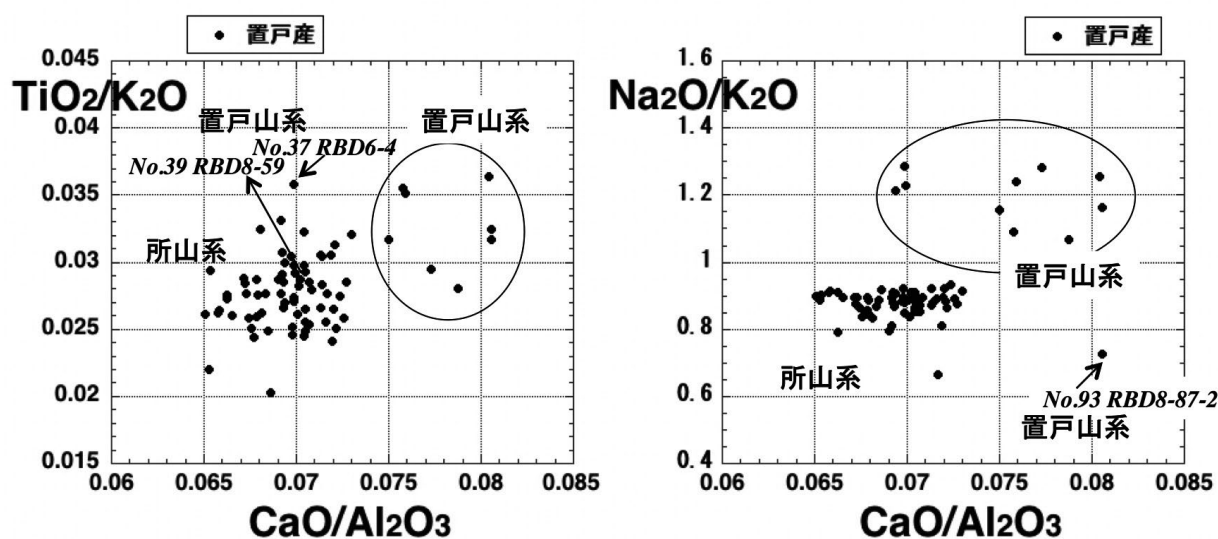


図 41 紅葉山遺跡置戸産石器の黒曜石ガラスの $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ vs. $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ vs. $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 図

置戸産所山系の識別図（図 39・40）を用いて、紅葉山遺跡黒曜石石器の置戸産 75 試料の組成グループ判定を行った（表 14）。 $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ - $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 図 及び $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ - $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 図（図 41）において、置戸産石器のガラス組成が置戸山系か所山系かを識別した。その結果、置戸山系は 11 試料、所山系は 64 試料と分類された。この中で、No.93 RBD8-87-2 は Na_2O が低く分析されたため（水和の可能性あり）、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比が置戸山系の組成領域から外れたが、 $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ 比では置戸山系の組成領域に入るため、置戸山系と判断した（図 41）。また No.37 RBD6-4 と No.39 RBD8-59 は $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比が低く、置戸山系の組成領域から外れるが、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比がともに高いため、置戸山系と判断した（図 41）。

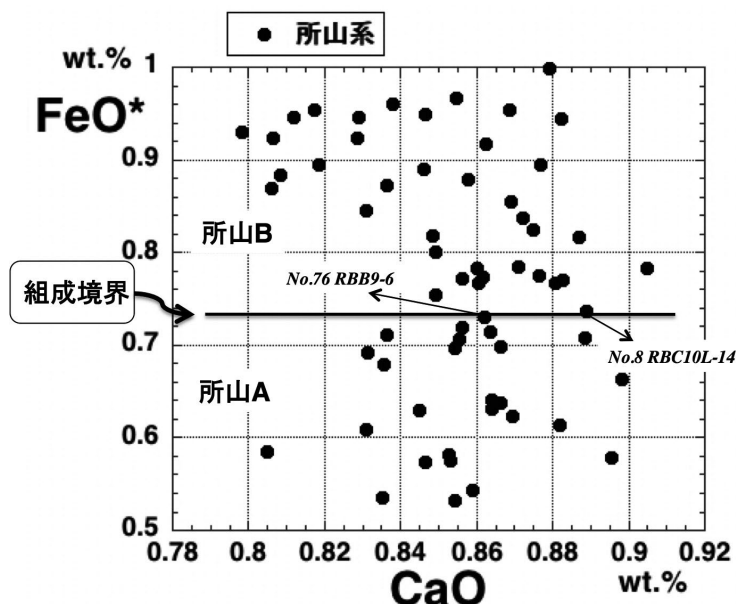


図 42 紅葉山遺跡置戸産所山系石器の黒曜石ガラスの FeO^* vs. CaO 図

次に所山系 64 試料について、所山 A（所山）組成グループか所山 B（北所山）組成グループかを推定した。図 42 には石器 64 試料のガラス組成がプロットされている。ここでは所山 A と所山 B の組成境界は FeO 量が 0.73-0.74wt.% あたりにある。組成境界付近にプロットされる No.76 RBB9-6 は FeO 量が 0.73wt.% だが、FM 値は 14.4 であり、所山 B に分類される。また No.8 RBC10L-14 は FeO 量が 0.74wt.% だが、FM 値は 12.3 であり、所山 A に分類される。

この結果、所山系 64 試料は、所山 A 組成グループに識別されるのは 26 試料、所山 B 組成グループに識別されるのは 38 試料であった。

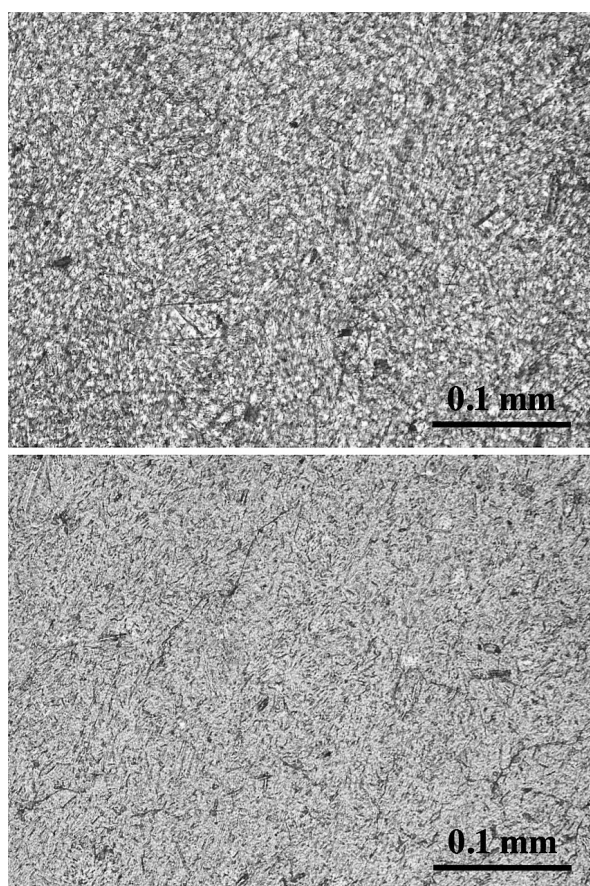


図 43 石狩川 - 旭川 2 産黒曜石の偏光顕微鏡写真 (下方ポーラー)

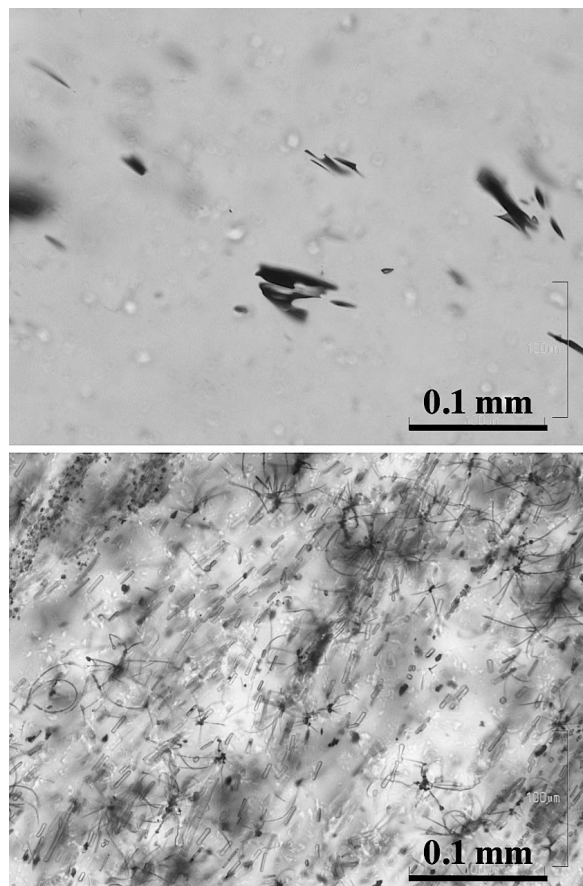


図 44 留辺蘂・通子沢産黒曜石の偏光顕微鏡写真 (下方ポーラー)

b. 白滝産黒曜石石器の組成グループ推定

白滝産黒曜石は、漆黒状（時に酸化して赤褐色）で手触りがつややかな光沢状のものと、ややざらざらした梨肌状のものに分けられる（木村 2005）。黒曜石ガラスの主成分化学組成では、 $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 図では北海道産黒曜石の中で最もこれらの比が小さいことで区別され、 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比がやや高い赤石山系とこの比が低い十勝石沢系に分かれる（図 37）。また、赤石山系と十勝石沢系は、 $\text{CaO}-\text{FeO}$ 関係図から、赤石山系は赤石山 A と赤石山 B、十勝石沢系は十勝石沢 A と十勝石沢 B（梨肌状）のそれぞれ 2 つの組成グループに分けられる（和田・佐野 2011）。

紅葉山遺跡黒曜石石器の白滝産 10 試料について、ガラス組成と分析薄片試料の偏光顕微鏡観察結果をもとに組成グループ識別を行った（表 14）。その結果、赤石山系が 6 試料、十勝石沢系が 4 試料であった（図 38）。赤石山系は赤石山 A が 5 試料、赤石山 B が 1 試料と識別された。また十勝石沢系は、十勝石沢 A が 3 試料、十勝石沢 B が 1 試料であった。

c. 留辺蘂産黒曜石石器の組成グループ推定

留辺蘂産黒曜石は岩山ノ沢系と通子沢系に分類され、岩山ノ沢系は向井（2005）の留辺蘂 I、通子沢系は留辺蘂 II に対応する（Wada et al. 2014）。前述したように、留辺蘂産黒曜石のガラス組成は石狩川 - 旭川産黒曜石のガラス組成と類似している。岩山ノ沢系の組成領域は石狩川 - 旭川 1 の組成領域と多くが重なる。通子沢系の組成領域は石狩川 - 旭川 2 の組成領域よりも $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比がやや低

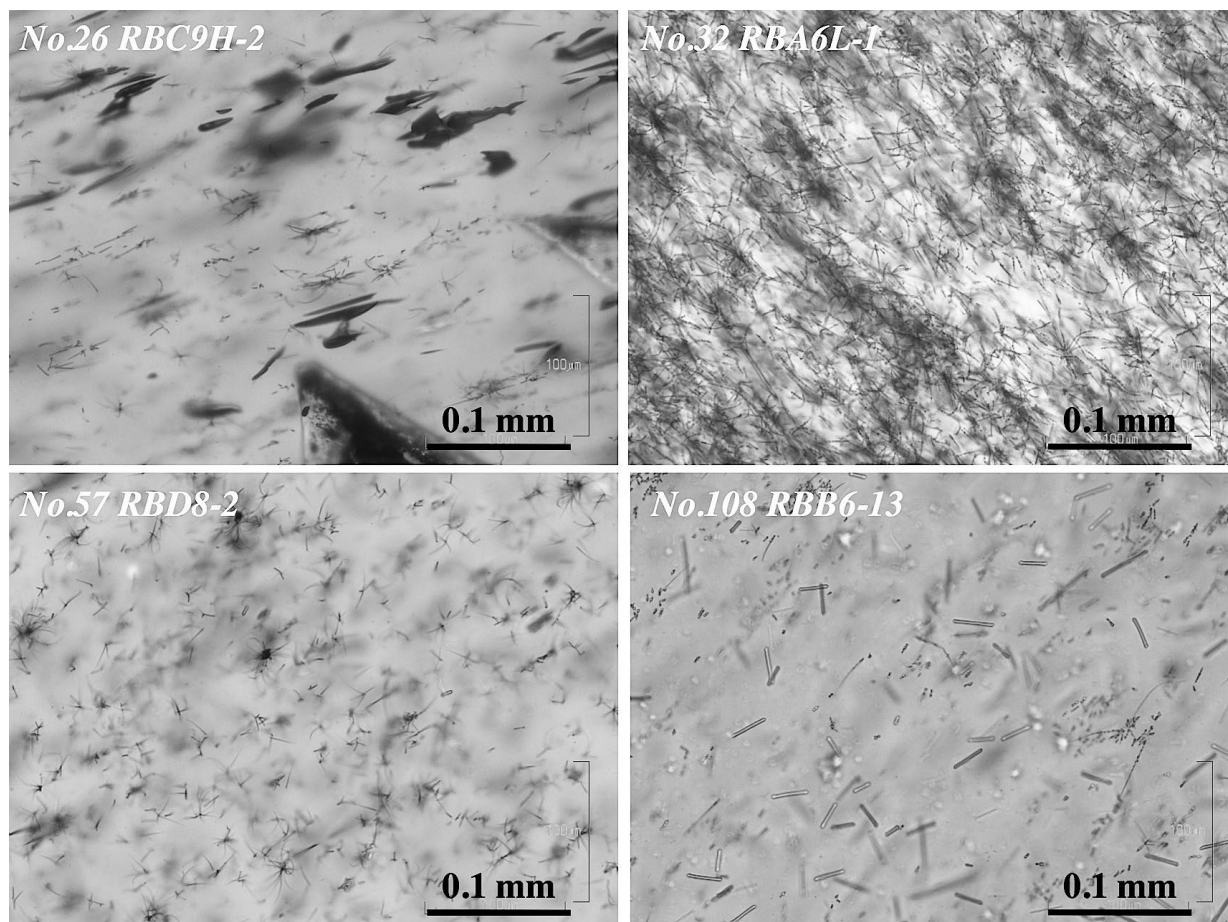


図 45 紅葉山遺跡留辺蘂・通子沢系黒曜石石器の偏光顕微鏡写真（下方ポーラー）

いものの互いに重なり合う部分が多い。従って黒曜石の産地同定において両者間の識別は明瞭ではなく不確かさが残る。

前述したように紅葉山遺跡石器の 40 試料が留辺蘂産で、24 試料が岩山ノ沢系、16 試料が通子沢系であると推定された。TiO₂/K₂O-CaO/Al₂O₃ 図において、石器ガラスの組成は留辺蘂・通子沢系の組成領域と石狩川・旭川 2 の組成領域の境界領域にプロットされる（図 38）。このため、これらの薄片試料を偏光顕微鏡観察によって留辺蘂・通子沢系黒曜石か石狩川・旭川 2 黒曜石か、どちらに岩石組織が似ているかを調べた。

石狩川・旭川 2 黒曜石は斑晶（主に斜長石）を少量含み、石基は結晶（マイクロライト）が多く、ガラスは脱ガラス化が進行し、清澄なガラスがほとんど見られない（図 43）。それに対して、留辺蘂・通子沢系黒曜石は斑晶（主に斜長石や黒雲母）を少量含むが、石基は新鮮なガラスがほとんどを占める（図 44）。また毛状や数珠状の磁鉄鉱マイクロライト、柱状の斜長石マイクロライトが少量含まれることが特徴である。従って、顕微鏡下における黒曜石の岩石組織は石狩川・旭川 2 と留辺蘂・通子沢系とは明瞭に異なる特徴を示す。

留辺蘂・通子沢系と推定された 16 試料の石器において、それらの鏡下における岩石組織はいずれも新鮮なガラスが基質を成し、磁鉄鉱や斜長石のマイクロライトが含まれており、通子沢系の黒曜石に非常に良く似ている（図 45）。石器には石狩川・旭川 2 に特徴的な脱ガラス化の組織は見られない。従って、これら 16 試料の石器は、黒曜石の岩石組織の類似性からも留辺蘂・通子沢系ののものと同定した。

表 15 上幌内モイ遺跡から出土した黒曜石石器の原産地推定方法

No.	石器No.	器種	測定数	生データの合計平均 (wt.%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	原産地推定	組成グループ	備考
1	RBA8-9	細石刃	9	90.01	78.06	0.09	12.45	0.94	0.08	0.08	0.84	2.99	4.42	0.06	置戸	所山B	Na低い、水和による影響
2	RBB7H-3	細石刃	9	78.53	78.63	0.10	12.30	0.52	0.06	0.03	0.81	2.57	4.93	0.07	置戸	所山A	Na低い、水和による影響
3	RBB8-1	細石刃	12	95.87	78.13	0.12	12.43	0.87	0.06	0.09	0.82	3.37	4.07	0.05	置戸	所山B	
4	RBB9-24	細石刃	12	94.28	78.20	0.12	12.70	0.76	0.06	0.08	0.77	3.12	4.16	0.06	置戸	所山B	
5	RBC6H-5	細石刃	12	93.65	80.03	0.05	12.71	0.62	0.05	0.03	0.32	1.98	4.19	0.03	白滝	十勝石沢系A	Na低い、水和による影響
6	RBC9-10	細石刃	12	90.79	77.61	0.04	12.61	0.29	0.02	0.02	0.13	3.36	5.88	0.06	?		Ca低い、分析値悪く、産地推定困難
7	RBC9H-15	細石刃	7	90.78	78.14	0.12	12.37	0.49	0.05	0.03	0.76	3.47	4.53	0.06	置戸	所山A	
8	RBC10L-3	細石刃	10	91.61	78.18	0.11	13.36	1.03	0.07	0.09	0.59	2.78	3.76	0.05	(白滝?)	(赤石山系?)	Na、K低い。白滝とするとTiが高い。置戸だとCa低い。
9	RBC10L-4	細石刃	10	92.55	74.65	0.17	14.83	2.00	0.09	0.23	1.08	2.72	4.17	0.07	(置戸?, 留辺蘂?)		Na低い、分析値悪く、産地推定困難
10	RBD7-27-1	細石刃	12	94.21	78.44	0.08	12.49	0.63	0.06	0.04	0.66	3.29	4.27	0.06	十勝三股?		十勝三股とすると、Tiがやや高い
11	RBD10-10	細石刃	7	89.60	76.97	0.20	14.24	1.94	0.03	0.21	0.80	2.75	2.83	0.05	?		分析値悪く、産地推定困難
12	RBD10L-4	細石刃	8	88.16	79.72	0.07	12.54	0.50	0.06	0.01	0.52	2.06	4.48	0.05	(白滝?)	(赤石山系?)	Na低い、水和による影響。白滝とするとややTiが高い
13	RBA14-4	搔器	5	90.86	77.94	0.10	12.45	0.71	0.04	0.07	0.91	3.34	4.36	0.08	置戸	所山A	
19	RBA7-3	彫器	12	101.20	77.96	0.10	12.68	0.82	0.04	0.12	0.83	3.78	3.61	0.07	置戸	所山B	
21	RBC9L-6	彫器	5	91.53	76.73	0.09	13.21	1.12	0.03	0.06	1.40	3.38	3.91	0.10	留辺蘂	岩山ノ沢	
22	RBC7H-24	彫器	8	92.14	78.86	0.08	12.58	0.60	0.04	0.07	0.73	2.79	4.20	0.07	置戸	所山A	
23	RBC10-13	彫器	12	99.77	75.05	0.13	14.13	1.53	0.05	0.30	1.66	3.72	3.37	0.07	留辺蘂	通子沢	
24	RBB11L-1	削器	12	97.66	78.04	0.10	12.64	0.64	0.04	0.07	0.88	3.62	3.90	0.08	置戸	所山A	
30	RBS-5	忍路子型細石刃核	4	99.06	78.19	0.09	12.53	0.57	0.07	0.09	0.85	3.69	3.84	0.11	置戸	所山A	
31	RBC9H-6	細石刃核削片	8	100.39	77.92	0.12	12.62	0.77	0.06	0.08	0.85	3.71	3.83	0.06	置戸	所山B	

5. 非破壊分析における分析値の評価と原産地推定

紅葉山遺跡石器の非破壊分析の結果を表 15 に示す。分析値の合計が 95wt.% ~ 101wt.% のデータは 5 試料のみであった。EPMA による非破壊分析では、石器試料の測定面に凹凸があり、平滑な測定面が確保されない場合が多いので、分析値の精度は低下する。今回の非破壊分析による結果では、試料によって分析値の精度がとくに悪いものがあった（表 15；No.6、9、11）。これらは、分析する石器試料の測定面を変えるなど注意深い再測定を行うことで分析値が改善される可能性があるが、現時点では再測定は行っていない。

原産地推定に使える比較的精度の高い分析値データは 14 試料であった。それらの推定結果は、置戸産が 11 試料（すべて所山系で所山 A が 6 試料、所山 B が 5 試料）、留辺蘂産が 2 試料（岩山ノ沢、通子沢が 1 試料ずつ）、白滝産（十勝石沢系）が 1 試料であった。

水和や風化、被熱の影響を受けて分析値の精度が悪いデータも CaO 量や CaO/Al₂O₃ 比から原産地推定すると、白滝産・赤石山系が 2 試料加わり、破壊分析では原産地推定の候補になかった十勝三股産も 1 試料、原産地の可能性がある（表 15）。

6. 原産地推定のまとめ

紅葉山遺跡出土の石器 125 試料について EPMA による破壊分析を行い、黒曜石原産地を推定した結果、置戸産が 60%（75 試料）、留辺蘂産が 32%（40 試料）、白滝産が 8%（10 試料）であった。

置戸産 75 試料は、所山系が 85%（64 試料）、置戸山系が 15%（11 試料）であった。さらに所山系 64 試料は、所山 A（所山）が 41%（26 試料）、所山 B（北所山）が 59%（34 試料）であった。

留辺蘂産 40 試料は、岩山ノ沢系が 60% (24 試料)、通子沢系が 40% (16 試料) であった。

白滝産 10 試料は、赤石山系が 60% (6 試料)、十勝石沢系が 40% (4 試料) であった。赤石山系では 5 試料が赤石山 A で、十勝石沢系では 3 試料が十勝石沢 A であった。

石器 20 試料について EPMA による非破壊分析を行い、14 試料について原産地推定を行うことができた。置戸産が 79% (11 試料)、留辺蘂産が 14% (2 試料)、白滝産が 7% (1 試料) であった。また 3 試料については分析値の精度が悪く不確かであるが、2 試料が白滝産、1 試料が十勝三股産と推定された。

謝辞

本研究には、基盤研究 A「黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容」、代表：佐藤宏之、No. 21242026) の一部を使用した。ここに記して深く感謝します。

引用文献

藤本 強 1964 「北海道常呂郡留辺蘂町紅葉山遺跡発掘調査報告」『考古学雑誌』50(2)、1-20 頁

木村英明 2005 『北の黒曜石の道・白滝遺跡群』全 93 頁、新泉社

向井正幸 2005 「紋別地域、留辺蘂地域、豊浦地域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』11、9-20 頁

向井正幸 2010 「北海道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』2、1-34 頁

向井正幸・長谷川仁彦・和田恵治 2000 「旭川周辺地域における黒曜石ガラスの化学組成－黒曜石の産地特定への適用－」『旭川市博物館研究報告』6、51-64 頁

向井正幸・和田恵治・大倉千加子 2002 「置戸地域、赤井川地域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』8、47-58 頁

尾田識好 2009 「北見市紅葉山遺跡出土石器群の再整理・再検討」『東京大学常呂実習施設研究報告』6、139-221 頁

和田恵治・向井正幸 2007 「EPMA による北海道産黒曜石の主成分組成分析と産地同定」『日本文化財科学会第 24 会大会要旨集』82-83 頁

和田恵治・佐野恭平 2011 「白滝黒曜石の化学組成と微細組織－原産地推定のための地質・岩石資料－」『旧石器研究』7、57-73 頁

和田恵治・鹿野貴広・佐野恭平・向井正幸 2011 「北海道東部における黒曜石産地群の地質学的形成場と黒曜石化学組成」『日本文化財科学会第 28 会大会要旨集』

和田恵治・向井正幸・武田 修 2003 「EPMA による黒曜石ガラスの主成分化学組成－遺跡出土黒曜石の産地特定：常呂川河口遺跡の例－」『北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告』37、59-70 頁

Wada, K., Mukai, M., Sano, K., Izuho, M., and Sato, H. 2014. Chemical composition of obsidians in Hokkaido Island, northern Japan: The importance of geological and petrological data for source studies. In A. Ono, Y. Suda, and M.D. Glascock (eds.) *Methodological Issues of Obsidian Provenance Studies and the Standardization of Geologic Obsidian*. British Archaeological Report, International Series, Oxford. (in press)

G. 北海道帯広市南町 2 遺跡スポット 3 の黒曜石遺物の蛍光 X 線分析

ジェフリー R. ファーガソン・出穂雅実・尾田識好・中沢祐一・山原敏朗

1. はじめに

本論は、北海道帯広市南町 2 遺跡スポット 3 の黒曜石遺物 138 点の蛍光 X 線分析 (XRF) による産地同定報告である。分析の結果、ほとんどの試料が白滝赤石山黒曜石産地 (131 点、95%)、少数の試料が十勝三股黒曜石産地 (7 点、5%) の可能性が高いと判定された。

2. 試料

南町 2 遺跡スポット 3 の黒曜石遺物 138 点を試料として用いた。スポット 3 は恵庭 a テフラ (En-a) 上位の札滑型細石刃核を伴う石器群に関連する石器集中である (帯広市教育委員会 1995)。この考古学的コンポーネントは、17,900 ~ 17,200 cal yr BP と年代づけられた (出穂ほか 2013)。石器集中からは、細石刃、彫器、搔器、削器、細石刃核等、合計 574 点の遺物が出土した。石器石材は、黒曜石を主体とする (425 点、74.0%)。

3. 方法

(1) 試料選別の方法

試料の選別および産地同定分析は、2013 年 2 月 17 日 ~ 21 日に帯広市埋蔵文化財センターにおいて、ファーガソン、出穂、尾田、中沢が行った。

試料の選別および産地同定分析の目的は、南町 2 遺跡スポット 3 の札滑型細石刃核を伴う石器群の主体を占める黒曜石について、リダクション・シーケンスごとに産地を同定することである。そのために、報告書作成時およびその後に山原が実施した石質別分類と接合分析の結果 (帯広市教育委員会 1995) に基づいて、接合資料を構成する剥片・細石刃、トウール、および 2cm 以上の剥片を中心に、合計 138 点を試料として選別した (表 16)。遺跡および遺物の概要については、III -C で詳述する。なお、表 16 に示した挿図番号は、III -C 図 2 に掲載した実測図の番号に対応する。

(2) 蛍光 X 線分析

使用した機器は、ブルカー (Bruker) 社製蛍光 X 線分析装置トレーサー III-V+ である。この測定機器は、40kV で操作するロジウム・ベースの X 線管と高性能のペルチェ冷却シリコン PIN ダイオード検出器を装備している。黒曜石補正には、世界的によく知られた 40 産地について、既知の誘導結合プラズマ発光分光分析 (ICP)、蛍光 X 線分析 (XRF)、および放射化分析 (NAA) による測定データを用いた (Glascok and Ferguson 2012)。微量元素および痕跡元素を測定するために各試料を 1 ~ 3 分間計測した。測定した元素は、Mn、Fe、Zn、Ga、Pb、Th、Rb、Sr、Y、Zr、Nb の合計 11 元素である。しかし、多くの遺物はサイズが小さいため、Rb、Sr、Y、Zr、Nb の 5 元素のみを信頼できるデータとして利用した (ファーガソンほか 2012)。

(3) 化学組成データの解釈方法

統計分析によって、各データセットを元素濃度の常用対数 (底を 10 とする対数) として表した。得られたデータのままでなく常用対数で表示した元素濃度のデータにより、鉄などの主要元素とニオブウムなどの微量元素の間の濃度を適切に補正することができる。常用対数へ変換することにより、

表 16-1 南町 2 遺跡スポット 3 出土黒曜石遺物の XRF による試料の化学組成データ

ID	Artifact No.	Stone tool type	Figure No. (in III.3.Fig2)	Mn	Fe	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Source assignment
MIH1595	13-7,73	Flake	-	110	7479	107	46	21	66	6	Tokachi-Mitsumata*
MIH1596	13-7,131	Burin spall	-	6	7088	124	28	21	72	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1597	13-7,282	Flake	-	0	7902	123	28	20	61	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1598	13-7,331	Flake	-	142	6135	120	24	22	70	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1602	13-7,266	Microblade	-	70	9921	150	33	22	67	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1603	13-7,291	Flake	-	12	7715	148	24	26	75	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1604	14-7,120	Flake	-	96	7608	127	59	22	78	2	Tokachi-Mitsumata
MIH1605	14-7,1	Microblade Core	68	95	7319	126	28	19	69	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1606	14-7,105	Retouched flake	72	194	6882	126	26	22	63	4	Shirataki-Akaishiyama
MIH1607	13-7,267	Retouched flake	74	73	7872	128	34	20	66	4	Shirataki-Akaishiyama
MIH1608	13-7,69	Microblade	24	102	6977	151	33	16	63	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1609	13-7,224	Microblade	23	153	7188	130	36	27	64	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1610	13-7,18	Microblade	18	4	7337	128	24	24	69	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1611	13-7,8	Microblade	15	124	7342	117	30	25	63	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1612	13-7,148	Burin spall	82	75	7880	141	30	16	67	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1613	14-7,11	Microblade	66	164	8600	144	28	22	72	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1614	14-7,2	Microblade	-	68	7122	130	30	25	67	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1615	13-7,213	Microblade	26	145	8153	147	26	18	64	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1616	13-7,263	Microblade	7	143	7350	119	28	25	71	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1617	13-7,110	Retouched flake	73	188	7479	128	56	28	76	5	Tokachi-Mitsumata
MIH1618	13-8,1	Burin spall	-	18	7243	123	29	23	67	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1619	13-7,1	Burin spall	86	125	8157	128	29	29	67	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1620	14-7,94	Burin spall	76	90	7192	121	25	21	70	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1621	13-7,153	Burin spall	-	325	7158	107	22	16	53	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1622	13-7,53	Burin spall	81	0	7735	140	29	16	67	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1623	13-7,47	Burin spall	-	59	8254	155	29	23	62	6	Shirataki-Akaishiyama
MIH1624	14-7,51	Microblade	67	0	8575	133	31	27	86	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1625	14-7,87	Microblade	2	110	6547	121	28	19	65	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1626	14-7,92	Microblade	33	26	8691	144	35	24	63	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1627	14-7,46	Microblade	48	181	8304	136	27	30	68	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1628	13-7,264	Microblade	6	0	7976	141	31	21	64	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1629	13-7,122	Microblade	21	17	7785	135	29	25	67	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1630	14-7,123	Microblade	30	35	8876	137	36	27	64	4	Shirataki-Akaishiyama
MIH1631	14-7,108	Microblade	62	5	8463	151	33	21	68	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1632	14-7,80	Microblade	8	75	7697	134	30	24	71	7	Shirataki-Akaishiyama
MIH1633	14-7,56	Microblade	19	101	7598	122	28	29	69	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1634	13-7,183	Microblade	22	80	8323	148	30	22	68	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1635	14-7,32	Microblade	-	241	8138	106	28	19	55	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1636	13-7,(2)	Microblade	-	257	7980	112	27	16	58	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1637	13-7,330	Microblade	38	217	9546	131	30	25	64	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1638	13-7,191	Microblade	39	212	7879	134	28	21	74	4	Shirataki-Akaishiyama
MIH1639	13-7,113	Microblade	52	54	9104	132	29	28	70	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1640	13-7,108	Microblade	-	139	8560	109	19	14	56	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1641	13-7,281	Microblade	-	165	7586	124	24	27	59	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1642	14-7,30	Microblade	-	187	8017	122	27	22	68	6	Shirataki-Akaishiyama
MIH1643	14-7,129	Microblade	37	105	9335	161	32	19	74	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1644	14-7,77	Microblade	-	76	7550	103	25	24	69	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1645	13-7,66	Microblade	-	78	9765	126	27	17	57	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1646	13-7,227	Microblade	-	0	7050	112	27	22	59	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1647	14-7,72	Microblade	-	128	7995	133	27	23	63	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1648	13-7,123	Microblade	-	292	7221	116	32	16	66	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1649	13-7,243	Microblade	-	100	8985	135	28	23	64	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1650	13-7,132	Microblade	-	225	8237	119	28	25	67	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1651	13-7,270	Microblade	-	0	9090	137	28	16	55	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1652	13-7,156	Microblade	-	66	7715	135	28	23	62	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1653	13-7,102	Microblade	-	173	8237	131	30	27	68	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1654	14-7,97	Microblade	55	21	7516	126	25	17	62	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1655	13-7,63	Microblade	-	141	7737	141	33	17	54	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1656	13-7,65	Microblade	47	164	7162	138	25	23	66	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1657	13-7,32	Microblade	-	73	8716	133	27	18	63	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1658	13-7,23	Microblade	-	24	7866	114	33	15	60	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1659	13-7,119	Microblade	-	106	7667	127	25	14	64	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1660	13-7,209	Microblade	-	31	7918	123	30	21	61	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1661	13-7,245	Microblade	-	0	8530	131	29	25	62	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1662	13-7,249	Microblade	-	243	8458	109	22	20	54	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1663	13-7,59	Microblade	-	57	8627	149	34	14	74	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1664	13-7,58	Microblade	-	117	8754	134	27	19	62	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1665	14-7,61	Microblade	-	217	8989	136	25	19	55	6	Shirataki-Akaishiyama
MIH1666	13-7,238	Microblade	-	505	9398	121	25	10	60	2	Shirataki-Akaishiyama

* 試料のサイズの影響により、XRF単独では産地同定が難しく、確実な産地同定にはNAAによる分析が必要なもの。

表 16-2 南町 2 遺跡スポット 3 出土黒曜石遺物の XRF による試料の化学組成データ

ID	Artifact No.	Stone tool type	Figure No. (in III.3.Fig2)	Mn	Fe	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Source assignment
MIH1667	13-7,17	Microblade	43	23	7912	133	29	19	67	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1668	13-7,259	Microblade	61	0	8487	138	32	16	69	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1669	14-7,13	Microblade	20	30	7967	127	25	29	71	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1670	13-7,172	Microblade	40	136	8182	131	25	18	65	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1671	13-7,68	Microblade	25	290	7922	141	34	22	69	6	Shirataki-Akaishiyama
MIH1672	14-7,127	Microblade	36	142	8303	142	34	20	64	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1673	14-7,113	Microblade	29	319	8838	148	33	23	66	6	Shirataki-Akaishiyama
MIH1674	13-7,223	Microblade	51	0	8748	138	26	23	73	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1675	13-7,257	Microblade	-	115	8944	140	27	26	71	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1676	13-7,161	Microblade	42	175	8665	146	33	23	67	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1677	13-7,185	Microblade	28	147	7818	145	29	24	67	4	Shirataki-Akaishiyama
MIH1678	13-7,799	Microblade	-	10	9109	153	33	18	59	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1679	14-7,89	Microblade	34	151	9179	147	33	19	66	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1680	13-7,10	Microblade	-	311	9568	139	31	14	60	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1681	13-7,334	Microblade	-	149	9817	136	26	19	63	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1682	14-7,52	Microblade	-	77	9484	118	21	16	55	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1683	13-7,231	Microblade	-	95	9692	105	20	11	56	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1684	13-7,64	Microblade	-	247	9892	99	26	18	61	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1685	14-7,3	Microblade	17	0	8306	120	31	23	67	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1686	14-7,110	Microblade	9	265	8002	126	30	30	61	4	Shirataki-Akaishiyama
MIH1687	13-7,79	Microblade	63	259	7395	132	24	27	70	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1688	13-7,155	Microblade	16	111	7898	138	29	21	63	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1689	13-7,140	Microblade	64	86	7249	117	29	26	64	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1690	14-7,5	Microblade	41	258	9198	153	28	15	72	6	Shirataki-Akaishiyama
MIH1691	13-7,190	Microblade	44	126	7942	133	34	21	73	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1692	14-7,107	Microblade	-	227	8566	134	28	23	75	4	Shirataki-Akaishiyama
MIH1693	13-7,116	Microblade	-	218	9463	150	27	18	71	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1694	13-7,98	Microblade	-	104	8756	128	29	17	55	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1695	13-7,144	Microblade	-	0	8194	142	24	17	63	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1696	13-7,106	Microblade	-	0	9059	131	26	19	61	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1697	13-7,274	Microblade	-	251	7230	113	54	18	67	1	Tokachi-Mitsumata*
MIH1698	13-7,221	Microblade	-	80	8674	127	24	22	62	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1699	13-7,260	Microblade	-	16	9018	116	31	17	70	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1700	13-7,21	Microblade	-	84	8307	120	29	22	53	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1701	14-7,131	Microblade	54	310	7918	145	31	19	59	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1702	13-7,168	Microblade	-	134	8487	136	32	27	57	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1703	13-7,5	Microblade	57	256	7754	147	26	22	70	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1704	13-7,97	Microblade	56	54	7907	138	32	28	69	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1705	14-7,34	Microblade	-	211	8653	112	20	19	63	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1706	13-7,2117	Microblade	-	189	7990	128	22	16	64	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1707	14-7,12	Microblade	-	30	9352	124	26	18	52	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1708	13-7,50	Microblade	46	162	8219	131	29	23	65	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1709	13-7,311	Microblade	-	122	8324	132	30	19	63	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1710	13-7,333	Microblade	-	254	8856	136	29	21	60	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1711	14-7,84	Microblade	-	173	8076	96	19	21	57	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1712	13-7,169	Microblade	-	1	9124	132	31	20	60	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1713	14-7,125	Microblade	-	360	8608	112	19	17	55	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1714	13-7,222	Microblade	-	77	8443	113	20	16	48	1	Shirataki-Akaishiyama*
MIH1715	13-7,145	Microblade	-	0	7500	135	29	22	64	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1716	13-7,329	Microblade	32	72	9294	138	22	23	67	4	Shirataki-Akaishiyama
MIH1717	14-7,91	Microblade	-	56	7710	130	51	26	73	3	Tokachi-Mitsumata
MIH1718	13-7,244	Microblade	-	211	8242	120	49	27	65	2	Tokachi-Mitsumata
MIH1719	14-7,45	Microblade	-	160	7835	133	45	15	67	7	Tokachi-Mitsumata*
MIH1720	14-7,12	Microblade	-	0	8934	99	20	15	47	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1721	13-7,246	Microblade	-	286	9099	120	26	20	67	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1722	13-7,174	Microblade	-	113	10006	131	27	20	58	6	Shirataki-Akaishiyama
MIH1723	14-7,9	Microblade	-	177	8953	112	24	19	58	3	Shirataki-Akaishiyama
MIH1724	13-7,215	Microblade	-	182	8091	134	29	25	64	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1725	14-7,4	Microblade	45	243	8300	136	28	16	63	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1726	13-7,115	Microblade	50	151	8510	129	28	13	64	2	Shirataki-Akaishiyama
MIH1727	14-7,74	Microblade	59	171	9307	124	27	17	58	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1728	14-7,90	Microblade	-	55	7962	134	31	18	58	7	Shirataki-Akaishiyama
MIH1729	14-7,33	Microblade	-	303	7993	111	18	19	48	0	Shirataki-Akaishiyama*
MIH1730	13-7,7	Microblade	-	188	7353	134	29	23	69	1	Shirataki-Akaishiyama
MIH1731	13-7,114	Microblade	-	220	7810	138	30	22	62	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1732	13-7,332	Microblade	-	126	7256	113	20	19	60	0	Shirataki-Akaishiyama
MIH1733	13-7,109	Microblade	-	18	9032	137	30	18	56	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1734	13-7,78	Microblade	-	60	9388	138	21	17	56	5	Shirataki-Akaishiyama
MIH1735	13-7,187	Microblade	-	151	10962	137	30	22	60	2	Shirataki-Akaishiyama

* 試料のサイズの影響により、XRF単独では産地同定が難しく、確実な産地同定にはNAAによる分析が必要なもの。

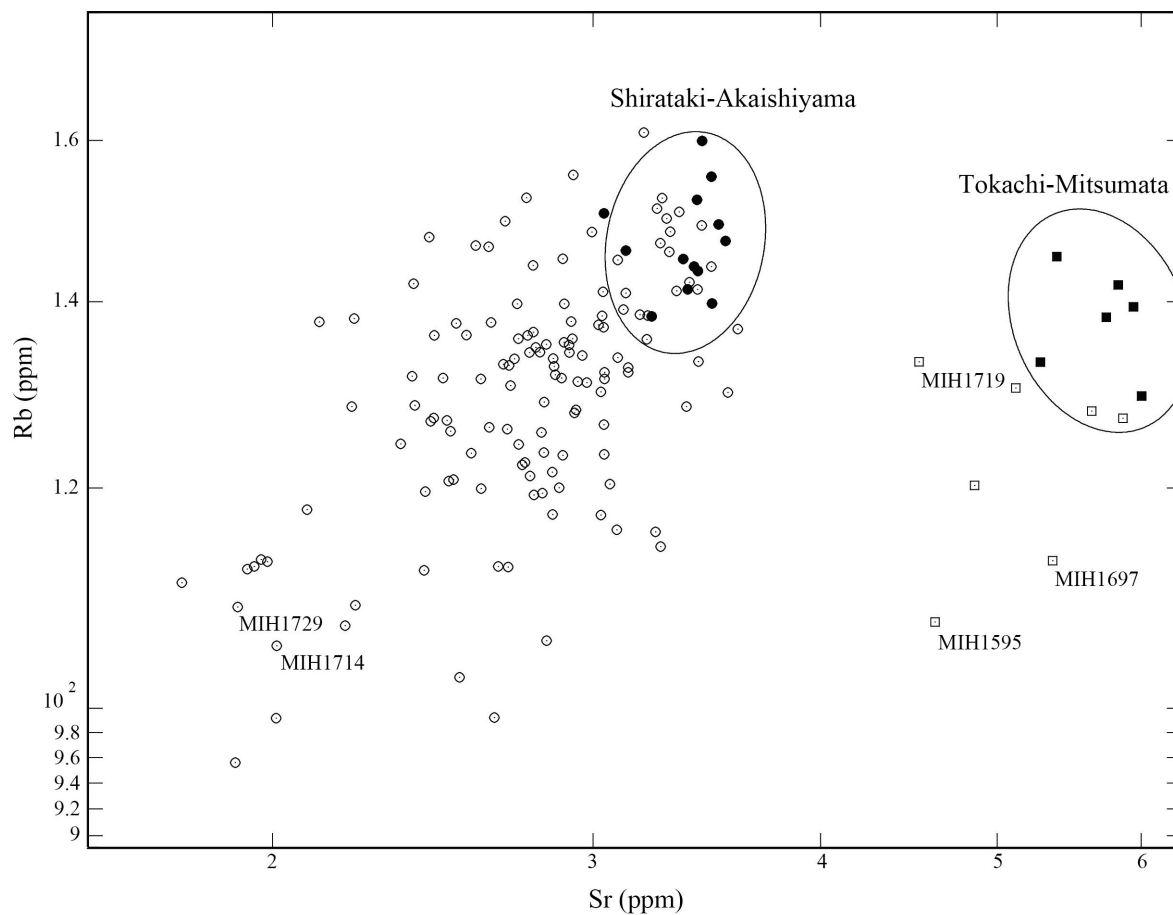


図 46 ルビジウムとストロンチウム濃度 (ppm) の二変量散布図

その他の多くの微量元素についてもより正規分布に近づけることになる。

考古学的な試料の分析によって得られた化学組成データの解釈については、すでに多くの議論があるため (e.g., Baxter and Buck 2000、Bieber et al. 1976、Bishop and Neff 1989、Glascocock 1992、Harbottle 1976、Neff 2000)、ここでは要約を示すにとどめる。データ分析の目的は、分析を行うデータセットの中から相互に離散的なグループを見出すこと、そしてそれらのグループを既知の地質学的産地と比較することである。それぞれの化学組成グループは、元素分析結果によって描かれる組成分布の重心とみなすことができる。これらのグループは重心の位置と元素同士の固有の関係(例えば相関関係)として特徴づけられる。測定試料の濃度が地質学的グループから得られることにより、試料を特定の化学組成グループに同定することができる。

(4) 北海道の黒曜石産地データ

ここでは、和田、向井、出穂、ファーガソン、グラスコックが作成した北海道の黒曜石産地データを用いた (Ferguson et al. 2014)。和田と向井が 21 箇所の黒曜石産地から採集した試料をそれぞれ 6 点ずつミズーリ大学原子炉研究施設 (MURR) のファーガソンとグラスコックに提供し (そのうち白滝産地の 2 箇所についてはすでに MURR にアーカイブされている)、XRF と NAA 測定を行った。いくつかの試料は非常に近接した地点から採取されたために、XRF と NAA の化学組成が共に分離できない場合があった。その場合は両者を組み合わせた。組み合わせた産地は生田原(産地 1 と 2)、留辺蘂 (岩山と通子沢)、置戸 (所山と北所山) である。

4. 結果

表 16 に各試料の化学組成データと、もっとも可能性の高い産地を示す。図 46 には分析試料全点および白滝赤石山と十勝三股の産地グループの信頼区間の二変量散布図 (Rb-Sr) を例示した。図を見ると明らかとなり、試料の大半は楕円で示された産地グループの信頼区間によく対応するわけではない。しかし一方で、ほとんどの試料が白滝赤石山、少数の試料が十勝三股の産地グループを通る相関直線に沿うように、すべて低濃度側に分布する。これは原産地グループを作成した地質学的試料が十分な厚さを持つ試料を選択して測定されたのに対し、遺物試料では、例えば細石刃のように試料の厚さが 1mm 程度と薄い場合には、測定される元素濃度が全体として低くなるためである (Ferguson 2012)。しかしながら、他の元素をとった場合の二変量散布図を解析するにより、ほとんどの試料を白滝赤石山産地、少数の試料を十勝三股産地と判定することができる。白滝赤石山と判別された試料はそれ以外の産地に対応する可能性は低いが、十勝三股産地はその可能性が最も高いが、元素分布が部分的に重複する赤井川、紋別、および釧路舌辛の可能性を排除できない。

さらに、今回の XRF 単独では産地の判定が難しかった試料が 5 点ある (MIH1595・1697・1714・1719・1729)。これらの産地をより確実に判定するには NAA による分析が必要となる。今回は時間的制約等により NAA 分析は実施せず、XRF 単独による産地同定結果を暫定的に提示した。

5. 結論

北海道帯広市南町 2 遺跡スポット 3 の黒曜石遺物 138 点を、蛍光 X 線分析 (XRF) によって産地同定した。分析の結果、ほとんどの試料が白滝赤石山黒曜石産地 (131 点、95%)、少数の試料が十勝三股黒曜石産地 (7 点、5%) の可能性が高いと判定された。今後、NAA 分析を追加で行うことで、この結果の確度をさらに高めたい。

引用文献

- Baxter, M. J. and Buck, C. E. 2000. Data Handling and Statistical Analysis. In Ciliberto, E. and Spoto, G. (eds.) *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*, pp. 681-746. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Bieber, A. M. Jr., Brooks, D. W., Harbottle, G., and Sayre, E. V. 1976. Application of multivariate techniques to analytical data on Aegean ceramics. *Archaeometry*, 18:59-74
- Bishop, R. L. and Neff, H. 1989. Compositional data analysis in archaeology. In Allen, R. O. (ed.) *Archaeological Chemistry IV*, pp. 576-586. *Advances in Chemistry Series 220*, American Chemical Society, Washington, D. C.
- Ferguson, J. R. 2012. X-ray Fluorescence of Obsidian: Approaches to Calibration and the Analysis of Small Samples. In Shugar, A. N. and Mass, J. L. (eds.) *Handheld XRF for Art and Archaeology*, pp. 401-422. Leuven University press, Leuven.
- ファーガソン, ジェフリー・グラスコック、マイケル・出穂雅実 2012 「III. F. 1. 黒曜石遺物の蛍光 X 線分析および放射化分析」『黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容 (I)』佐藤宏之編、平成 21 ~ 25 年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 (A) 研究成果中間報告、東京大学常呂実習施設研究報告第 10 集、125-131 頁、北海道
- Ferguson, J. R., Glascock, M. D., Izuho, M., Mukai, M., Wada, K., and Sato, H. 2014 (in press) Multi-method characterisation of obsidian source compositional groups on Hokkaido Island (Japan). In Ono, A., Suda, Y. and Glascock, M. D. (eds.) *Methodological Issues of Obsidian Provenance Studies and the Standardization of Geologic Obsidian*. B.A.R. International Series, Oxford

II -G: 北海道帯広市南町 2 遺跡スポット 3 の黒曜石遺物の蛍光 X 線分析

- Glascock, M. D. 1992. Characterization of archaeological ceramics at MURR by neutron activation analysis and multivariate statistics. In Neff, H. (ed.) *Chemical Characterization of Ceramic Pastes in Archaeology*. pp. 11-26. Prehistory Press, Madison, WI.
- Glascock, M. D., and Ferguson, J. R. 2012. Report on the Analysis of Obsidian Source Samples by Multiple Analytical Methods. Report on File. Columbia, MO, University of Missouri Research Reactor Center, Archaeometry Laboratory.
- Harbottle, G. 1976. Activation analysis in archaeology. *Radiochemistry*, 3:33-72
- 出穂雅実・國木田大・尾田識好・山原敏朗・北沢 実 2013 「北海道十勝平野の後期旧石器時代遺跡の地質編年：新たな AMS 放射性炭素年代の追加とその意義」『旧石器研究』 9、137-148 頁
- Neff, H. 2000. Neutron activation analysis for provenance determination in archaeology. In Ciliberto, E. and Spoto, G. (eds.) *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*, pp. 81-134. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- 帯広市教育委員会 1995 『帯広・南町遺跡』、帯広

H. 北海道における黒曜石産地化学組成グループの 多元的手法による特性評価

ジェフリー R. ファーガソン・マイケル D. グラスコック・出穂雅実・
向井正幸・和田恵治・佐藤宏之（訳：高鹿哲大）

要旨

中性子放射化分析およびエネルギー分散型蛍光 X 線分析という二つの分析手法を用い、北海道の既知の黒曜石産地に関する総合的研究を行った。21 箇所の地球化学的にユニークな産地が確認された。筆者らは、雄勝嘉藤 2 遺跡出土の遺物を用いて、時間、コストおよび試料破壊を最小限にとどめながらも、一方で高い成功率を達するような体系的な産地同定のアプローチを提示する。

キーワード：黒曜石、北海道、中性子放射化分析、エネルギー分散型蛍光 X 線分析、産地同定

1. はじめに

筆者らは、分析コストと遺物へのダメージを減らしつつ、黒曜石遺物の地質学的な産地をできる限り特定するため、エネルギー分散型蛍光 X 線分析（以下：ED-XRF または XRF）と中性子放射化分析（以下：NAA）を用いた多元的手法によるアプローチを提示する。NAA の利点は、(1) 多数の元素に対して、高い感度、精度、および確度を有する、(2) 全岩分析技術であるので、数ミリグラムから数グラムまでの試料を分析できる、(3) 半減期に基づいて元素の組成差を分析できるので、試料は必ずしも長年にわたって放射化しているわけではない。ED-XRF の利点は、(1) 非破壊で分析できる、(2) 黒曜石における判別の鍵となる複数元素を測定できる、(3) 数分で分析が可能である、(4) コストが最小限ですむ。これまで、高い効率とコスト削減を達成することを目的として多元的な分析手法が適用された研究はわずかである (Glascok 2010、Glascok et al. 2010)。

2. 多元的手法によるアプローチ

黒曜石産地同定の研究に最もよく採用される二つの分析手法は、NAA と ED-XRF である。最近まで、これらの手法はたいてい単独で用いられてきた。NAA の利点は、多数の元素を検出でき（約 30 種類）、優れた精度と確度を持つ点にある。そうした多数の元素を用いて、多くの組み合わせを調べることが可能となり、化学的に類似した黒曜石産地を区別することのできる多数の元素グループを発見できる。しかし、原子炉の中で中性子に曝し、長時間放射化するため、試料を部分的に破壊する必要があることが考古試料にとって制約となる。他にも、NAA を利用できる機会が限られていることや、経済的コストが高いことが障害となる。判別の難しい産地を区別することができる短寿命元素の測定が可能となり (Glascok et al. 1994)、残留する放射線量を減らすよう手続きが改良されたことで、これらの点でもあまり問題がなくなった。

ED-XRF の主な利点は、試料を破壊することなく、また低コストで、重要ないくつかの元素（特に Rb、Sr、Y、Zr、Nb）を測定できることである。さらに、研究室ベースの XRF 機器と比較可能なデータを提供することができるような（ただし正確に利用された場合 ;Ferguson 2012 参照）、比較的低価格の携帯型 (handheld)XRF 機器の発達により、黒曜石研究において ED-XRF が世界的に普及しつつある。しかし、感度と精度が比較的低く、測定可能な元素の数が少ないため、いくつかの化学的性質の類似する産地を区別しにくい場合もある。アメリカのニューメキシコ州西部のように、産地の数が

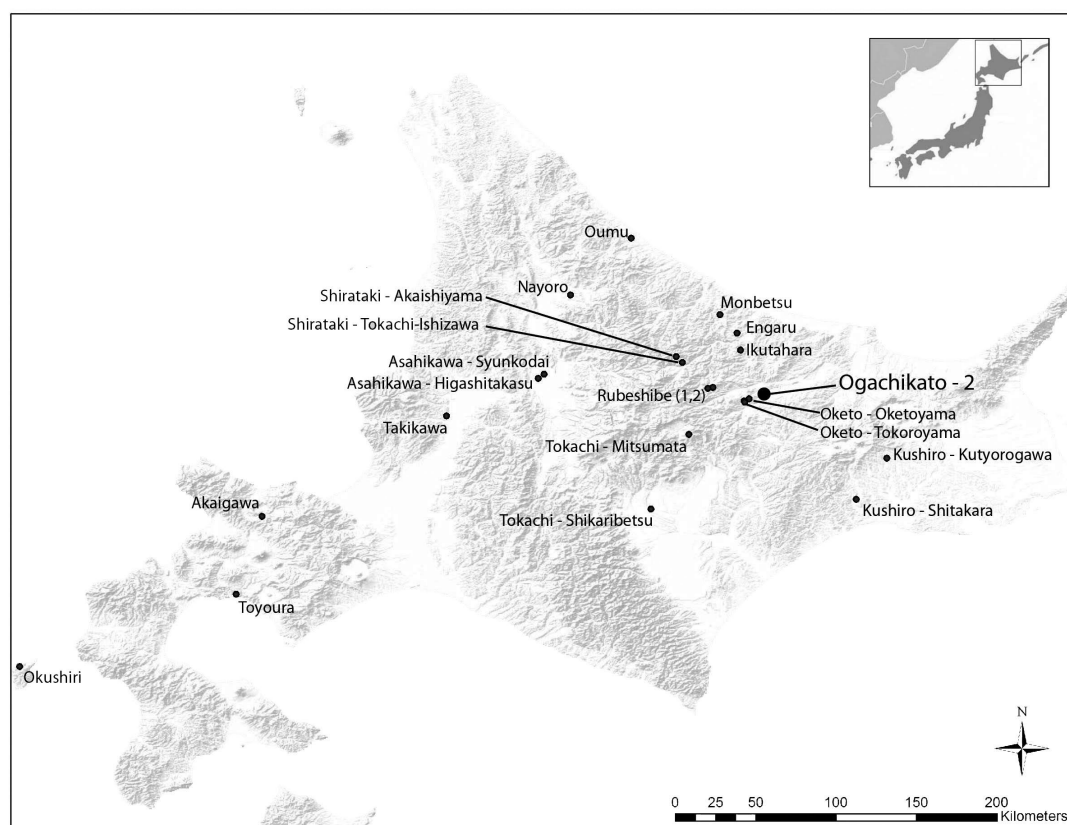


図 47 北海道の黒曜石産地と雄勝嘉藤 2 遺跡の位置

それほど多くない地域においては、一般的に ED-XRF は有効である。しかし、アフリカ・ケニアのリフトバレー (Ferguson 2012、Merrick and Brown 1984) やメキシコ西部 (Glascock et al. 2010) のような産地の密度が高い地域では、多くの産地を ED-XRF 単独で判別することはできない。

本論では、二段階分析戦略を提示する。最大限に区別しうる産地を確定し、どの産地が XRF 単独で特定でき、どの産地が NAA を必要とするかを判定するため、すべての産地試料を NAA と XRF によって分析する。そして、遺物については、まず XRF を用いて分析し、次に必要に応じて NAA を補助的に利用する。筆者らは、北海道の黒曜石産地と先行研究について簡単に紹介した後、この手順について詳細に議論する。

3. 地形と地質

北海道は太平洋の西端に位置する、日本列島最北端の島である (図 47)。東は太平洋、西は日本海、そして北西はオホーツク海に囲まれている。近接した陸地は、日本の本州島 (南へ 20km)、ロシアのサハリン島 (北へ 40km)、そして国後島 (東へ 15km) である。

北海道は、太平洋プレートとユーラシアプレート、北アメリカプレートという 3 つのプレートの境界付近に位置している。太平洋プレートが北アメリカプレートの下に沈み込むため、当該地域は中新世から、黒曜石の生成を含む非常に活発な火山活動の影響を受けている。北海道やその周辺の火山活動は、活動様式やマグマの組成、噴火のタイプといった差異に基づき、時期的に以下の 3 つの段階に分かれる (廣瀬・中川 1999)。(1) 中期中新世以前 ($> 12\text{Ma}$)、(2) 後期中新世から前期更新世まで (ca.12-1Ma)、(3) 前期更新世から現在まで ($< 1\text{Ma}$)。

中新世には北海道全体で大規模なアルカリ質火山活動が生じ、規模の大きな珪長質堆積物を伴う黒曜石が生成された（廣瀬ほか 2000、Takanashi et al. 2011）。中新世終末から前期更新世にかけて火山活動は弱まったものの、この時期のほとんどの活動は千島列島付近で起こり、流紋岩質溶岩ドームを形成し、珪長質の火砕流が生じた。白滝、置戸、及び遠軽といった黒曜石産地に関連する山地は、この時期に形成された。前期更新世から現在までの時期には、主に北海道西部と奥尻島で黒曜石が形成された。

黒曜石産地は北海道全体に存在しているが、最も集中しているのは東部である。北海道における全ての既知の産地を表 17・図 47 に示した。このうち 13 の産地は一次産地であり、赤井川、遠軽、生田原、釧路（舌辛）、紋別、置戸（置戸山）、置戸（所山）、奥尻、留辺蘂（岩山）、留辺蘂（通子沢）、白滝（赤石山）、白滝（十勝石沢）、十勝三股 [十勝三股については、Kuzmin et al.(2002)などを参照] が含まれる。残りの 8 産地は一次産地からの運搬作用によって形成された二次堆積としてのみ確認されているが、これらの一次産地は浸食、地滑りやその他の要因により、現在は埋没しているか不明瞭になっている。二次産地は、旭川（東鷹栖）、旭川（春光台）、釧路（久著呂川）、名寄、雄武、滝川、十勝然別、および豊浦である。産地が多数存在し、地理的に区分された産地のいくつかではほんのわずかし地球化学的な差異がないため、北海道における考古学的黒曜石研究は難解なものとなっている。表 18 には本論での

表 17 北海道における黒曜石産地とその位置（図 47 参照）

* 座標値は 10 進法で示している。

産地名	産地種別	地理座標*	
		緯度(北緯)	経度(東経)
赤井川	一次産地	43.0388	140.8155
旭川東鷹栖	二次産地	43.8342	142.3924
旭川春光台	二次産地	43.8111	142.3601
遠軽	一次産地	44.065	143.4725
生田原	一次産地	43.9698	143.4923
釧路久著呂川	二次産地	43.3644	144.3111
釧路舌辛	一次産地	43.1353	144.1402
紋別	一次産地(露頭)	44.1689	143.3781
名寄	二次産地	44.2781	142.5403
置戸置戸山	一次産地	43.6969	143.5403
置戸所山	一次産地	43.685	143.5115
奥尻	一次産地(露頭)	42.1989	139.4592
雄武	一次産地	44.595	142.8818
留辺蘂1(岩山)	一次産地	43.7607	143.3373
留辺蘂2(通子沢)	一次産地(露頭)	43.756	143.3106
白滝赤石山	一次産地(露頭)	43.9333	143.1333
白滝十勝石沢	一次産地(露頭)	43.9	143.1666
滝川	二次産地	43.6006	141.8475
十勝三股	一次産地	43.4981	143.2026
十勝然別	二次産地	43.0801	142.991
豊浦	二次産地	42.6045	140.6698

*座標値は10進法で示した。

表 18 本論および先行研究における北海道の黒曜石産地の名称

*「Unknown」の表示があるものは、二次産地の名称のみ提示している。

本論	Izuho and Sato (2007) Izuho and Hirose (2010) (一次産地*)	向井(2010)
赤井川	赤井川(土木沢)	赤井川
旭川東鷹栖	雨紛台(不明)	旭川II
旭川春光台	近文台(不明)	旭川I
遠軽	遠軽(不明)	遠軽
生田原	生田原(仁田布川)	生田原I、生田原II
釧路久著呂川	釧路(不明)	釧路II
釧路舌辛		釧路I
紋別	紋別(上藻別)	紋別
名寄	名寄(不明)	名寄
置戸置戸山	置戸(置戸山)	置戸II
置戸所山	置戸(所山)	置戸I
奥尻	奥尻(勝淵山)	奥尻
雄武	雄武(不明)	雄武
留辺蘂1(岩山)	ケシヨマップ(通子沢)	留辺蘂I
留辺蘂2(通子沢)		留辺蘂II
白滝赤石山	白滝(赤石山)	白滝II
白滝十勝石沢	白滝(十勝石沢)	白滝I
滝川	北竜(不明)	滝川
	秩父別(不明)	
十勝三股	十勝三股(十三の沢)	十勝II
十勝然別	然別(不明)	十勝I
豊浦	豊泉(不明)	豊浦

*「不明」の表示があるものは、二次産地の名称のみ示している。

表 19-1 北海道における黒曜石産地に対する NAA と ED-XRF による元素濃度の平均値と標準偏差
数値は 100 万分の 1(ppm) で提示している。

元素名	赤井川	旭川東鷹栖	旭川春光台	遠軽	生田原
NAA 結果	(n = 5)	(n = 6)	(n = 6)	(n = 6)	(n = 12)
Na (%)	2.66 ± 0.02	2.78 ± 0.03	2.89 ± 0.05	3.10 ± 0.09	2.97 ± 0.05
Al (%)	6.39 ± 0.14	7.09 ± 0.15	7.60 ± 0.34	6.81 ± 0.36	6.99 ± 0.25
Cl	1202 ± 76	457 ± 31	394 ± 52	557 ± 30	592 ± 35
K (%)	3.68 ± 0.15	2.83 ± 0.15	2.74 ± 0.23	3.28 ± 0.27	3.69 ± 0.12
Sc	2.10 ± 0.02	2.79 ± 0.02	3.68 ± 0.07	4.71 ± 0.05	6.03 ± 0.05
Mn	483 ± 10	409 ± 4	554 ± 10	405 ± 3	241 ± 2
Fe (%)	0.71 ± 0.01	0.96 ± 0.01	1.35 ± 0.02	0.93 ± 0.01	1.11 ± 0.01
Co	0.46 ± 0.01	0.59 ± 0.03	1.54 ± 0.03	0.24 ± 0.02	0.50 ± 0.03
Zn	27.8 ± 0.7	40.3 ± 1.2	49.0 ± 1.8	56.1 ± 1.3	56.2 ± 2.4
Rb	129 ± 1	121 ± 1	114 ± 1	118 ± 3	154 ± 2
Sr	54 ± 5	128 ± 11	181 ± 29	50 ± 7	43 ± 9
Zr	120 ± 4	109 ± 4	122 ± 10	150 ± 7	203 ± 7
Sb	0.97 ± 0.01	0.43 ± 0.01	0.32 ± 0.01	0.47 ± 0.01	0.66 ± 0.01
Cs	10.5 ± 0.1	10.2 ± 0.1	8.7 ± 0.1	6.9 ± 0.1	9.1 ± 0.1
Ba	718 ± 13	724 ± 14	670 ± 20	761 ± 9	824 ± 23
La	27.2 ± 0.1	19.7 ± 0.2	18.0 ± 0.2	25.2 ± 0.2	29.4 ± 0.3
Ce	53.6 ± 0.3	41.5 ± 0.4	38.7 ± 0.5	54.7 ± 0.6	64.7 ± 0.5
Nd	18.7 ± 1.2	15.3 ± 0.4	15.3 ± 0.7	23.7 ± 0.5	31.0 ± 7.6
Sm	3.68 ± 0.01	3.51 ± 0.02	3.51 ± 0.04	5.58 ± 0.03	6.29 ± 0.35
Eu	0.343 ± 0.003	0.490 ± 0.004	0.586 ± 0.010	0.667 ± 0.006	0.474 ± 0.005
Tb	0.51 ± 0.01	0.54 ± 0.01	0.57 ± 0.03	1.00 ± 0.03	1.01 ± 0.02
Dy	3.49 ± 0.34	3.12 ± 0.15	3.40 ± 0.23	6.51 ± 0.34	6.42 ± 0.28
Yb	3.12 ± 0.05	2.29 ± 0.03	2.34 ± 0.09	4.47 ± 0.02	4.01 ± 0.14
Lu	0.54 ± 0.01	0.37 ± 0.01	0.37 ± 0.01	0.65 ± 0.01	0.59 ± 0.02
Hf	3.42 ± 0.22	2.94 ± 0.03	3.26 ± 0.05	4.35 ± 0.09	6.66 ± 0.09
Ta	0.60 ± 0.01	0.58 ± 0.01	0.60 ± 0.01	0.64 ± 0.01	0.48 ± 0.01
Th	17.9 ± 0.1	10.2 ± 0.1	8.7 ± 0.1	10.2 ± 0.1	12.5 ± 0.1
U	5.2 ± 0.2	4.1 ± 0.2	3.8 ± 0.1	3.0 ± 0.2	3.1 ± 0.4
XRF 結果	(n = 5)	(n = 6)	(n = 6)	(n = 5)	(n = 12)
Mn	487 ± 93	446 ± 57	553 ± 71	369 ± 12	256 ± 79
Fe (%)	0.80 ± 0.05	0.94 ± 0.01	1.32 ± 0.06	1.07 ± 0.05	1.19 ± 0.15
Rb	138 ± 6	122 ± 3	114 ± 5	127 ± 7	150 ± 16
Sr	55 ± 4	113 ± 6	152 ± 10	54 ± 4	50 ± 5
Y	26 ± 4	23 ± 1	25 ± 2	42 ± 2	41 ± 5
Zr	117 ± 3	113 ± 4	131 ± 4	168 ± 10	233 ± 24
Nb	7.4 ± 2.2	5.1 ± 1.4	6.4 ± 1.0	9.5 ± 1.3	6.7 ± 1.4

北海道の産地の名称と従来まで使われていた名称との比較を示した。

4. 北海道における考古学および地球化学的先行研究

北海道の先史人類集団による黒曜石の利用は少なくとも後期旧石器時代前半期 (ca.30,000BP) には始まり、先史時代を通して用いられ続けた。黒曜石利用の証拠がみられる、現時点で最も古い遺跡の一つは、北海道東部に位置する若葉の森遺跡である (出穂・赤井 2005)。北海道における黒曜石の利用や交換についての研究は、白滝の黒曜石産地を調査研究した木村 (1992) の研究を端緒とする。これに続く木村の諸研究 (1995、1998、2005) により、後期旧石器時代における黒曜石の利用パターンの変化が示された。

表 19-2 北海道における黒曜石産地に対する NAA と ED-XRF による元素濃度の平均値と標準偏差
数値は 100 万分の 1(ppm) で提示している。

元素名	釧路久著呂川	釧路舌辛	紋別	名寄	置戸置戸山
NAA 結果	(n = 3)	(n = 5)	(n = 4)	(n = 6)	(n = 6)
Na (%)	3.33 ± 0.04	2.93 ± 0.03	2.47 ± 0.24	2.83 ± 0.01	3.13 ± 0.02
Al (%)	6.53 ± 0.16	6.50 ± 0.22	6.18 ± 0.11	6.93 ± 0.24	6.63 ± 0.18
Cl	760 ± 80	499 ± 27	111 ± 74	630 ± 31	473 ± 25
K (%)	1.76 ± 0.11	3.28 ± 0.07	2.74 ± 0.29	3.10 ± 0.09	2.89 ± 0.12
Sc	9.96 ± 0.24	3.95 ± 0.03	2.78 ± 0.01	2.64 ± 0.02	3.23 ± 0.06
Mn	690 ± 21	362 ± 5	239 ± 9	278 ± 1	374 ± 4
Fe (%)	1.53 ± 0.08	0.71 ± 0.01	0.72 ± 0.01	0.92 ± 0.01	0.87 ± 0.01
Co	0.84 ± 0.09	0.18 ± 0.01	0.32 ± 0.01	0.73 ± 0.01	0.45 ± 0.01
Zn	74.6 ± 3.5	36.0 ± 0.8	34.6 ± 1.9	34.6 ± 1.1	36.1 ± 0.6
Rb	53 ± 3	139 ± 1	155 ± 21	121 ± 1	97 ± 2
Sr	155 ± 21	50 ± 6	52 ± 9	115 ± 6	76 ± 4
Zr	183 ± 20	102 ± 7	92 ± 10	129 ± 3	130 ± 11
Sb	0.74 ± 0.02	0.26 ± 0.01	0.42 ± 0.02	0.50 ± 0.01	0.40 ± 0.01
Cs	3.7 ± 0.1	8.2 ± 0.1	12.2 ± 1.7	8.8 ± 0.1	5.2 ± 0.1
Ba	524 ± 20	872 ± 10	1043 ± 165	627 ± 14	698 ± 13
La	13.4 ± 0.2	21.8 ± 0.1	17.7 ± 0.2	21.8 ± 0.3	20.6 ± 0.4
Ce	32.9 ± 0.7	46.7 ± 0.5	38.5 ± 0.3	44.8 ± 0.5	41.0 ± 0.9
Nd	20.0 ± 2.0	18.3 ± 0.9	17.4 ± 0.7	16.7 ± 0.9	15.0 ± 0.5
Sm	5.72 ± 0.02	4.59 ± 0.03	4.69 ± 0.04	3.37 ± 0.03	3.22 ± 0.03
Eu	1.186 ± 0.039	0.468 ± 0.005	0.333 ± 0.006	0.523 ± 0.007	0.524 ± 0.010
Tb	1.16 ± 0.01	0.76 ± 0.01	0.87 ± 0.01	0.45 ± 0.01	0.51 ± 0.02
Dy	7.44 ± 0.89	4.63 ± 0.24	5.47 ± 0.21	2.89 ± 0.36	3.40 ± 0.08
Yb	5.49 ± 0.01	3.24 ± 0.03	4.16 ± 0.07	2.13 ± 0.03	2.46 ± 0.05
Lu	0.77 ± 0.02	0.49 ± 0.02	0.63 ± 0.01	0.36 ± 0.01	0.37 ± 0.01
Hf	5.84 ± 0.13	3.09 ± 0.05	3.41 ± 0.07	3.74 ± 0.04	3.51 ± 0.06
Ta	0.17 ± 0.01	0.58 ± 0.01	0.44 ± 0.01	0.42 ± 0.01	0.51 ± 0.01
Th	4.5 ± 0.1	12.1 ± 0.1	9.7 ± 0.1	12.0 ± 0.1	9.2 ± 0.2
U	1.6 ± 0.3	3.6 ± 0.1	3.3 ± 0.1	3.7 ± 0.3	2.5 ± 0.1
XRF 結果	(n = 3)	(n = 5)	(n = 4)	(n = 6)	(n = 6)
Mn	716 ± 162	367 ± 92	268 ± 54	265 ± 62	395 ± 103
Fe (%)	1.85 ± 0.23	0.85 ± 0.11	0.80 ± 0.04	0.94 ± 0.03	0.94 ± 0.02
Rb	47 ± 8	142 ± 10	159 ± 24	122 ± 4	102 ± 3
Sr	130 ± 21	52 ± 3	61 ± 16	104 ± 6	84 ± 5
Y	35 ± 5	32 ± 4	36 ± 2	22 ± 3	25 ± 2
Zr	176 ± 43	108 ± 5	117 ± 2	139 ± 4	150 ± 3
Nb	5.8 ± 4.0	8.3 ± 1.5	4.7 ± 2.1	5.2 ± 1.3	7.5 ± 1.5

北海道に分布する黒曜石産地に対し、電子プローブマイクロアナライザーを用いた一連の地球化学的研究が向井正幸らによって行われた（向井 2005、向井・和田 2001、2003、2004a、2004b、向井ほか 2002、2004）。ED-XRF 分析もさまざまな産地に対して行われてきた（Hall and Kimura 2002、井上 2003、藁科 1999、吉谷ほか 2001）。NAA は、北海道からサハリンへつながる黒曜石の長距離交換ネットワークの存在を立証するため、赤井川、置戸、白滝および十勝三股の産地に対して実施された（Kuzmin 2006、Kuzmin and Glascock 2007、Kuzmin et al. 2002, 2013、Sato 2004a、2004b、Sato et al. 2002）。千島列島の黒曜石分析を初めて行ったフィリップとスピークマン（2009）は、可搬型（portable）ED-XRF 計測器を利用して、千島列島南部にみられる黒曜石のほとんどが北海道のものであると結論

表 19-3 北海道における黒曜石産地に対する NAA と ED-XRF による元素濃度の平均値と標準偏差
数値は 100 万分の 1(ppm) で提示している。

元素名	置戸所山	奥尻	雄武	留辺蘂1 (岩山)	留辺蘂2 (通子沢)
NAA 結果	(n = 12)	(n = 5)	(n = 6)	(n = 6)	(n = 5)
Na (%)	2.71 ± 0.08	2.68 ± 0.03	2.80 ± 0.04	2.70 ± 0.12	2.81 ± 0.05
Al (%)	6.54 ± 0.29	7.38 ± 0.39	6.75 ± 0.31	7.07 ± 0.15	7.15 ± 0.22
Cl	467 ± 39	555 ± 60	519 ± 24	523 ± 30	511 ± 36
K (%)	3.47 ± 0.25	4.01 ± 0.15	3.67 ± 0.20	2.93 ± 0.18	3.02 ± 0.08
Sc	3.27 ± 0.04	1.96 ± 0.06	5.40 ± 0.05	2.92 ± 0.02	2.91 ± 0.02
Mn	318 ± 4	792 ± 21	177 ± 3	395 ± 5	433 ± 10
Fe (%)	0.72 ± 0.01	0.44 ± 0.04	0.85 ± 0.01	1.18 ± 0.01	1.29 ± 0.01
Co	0.53 ± 0.04	0.28 ± 0.04	0.52 ± 0.02	0.60 ± 0.01	0.71 ± 0.04
Zn	27.6 ± 1.6	20.0 ± 0.7	44.5 ± 0.8	45.9 ± 0.6	48.4 ± 0.3
Rb	134 ± 2	191 ± 2	139 ± 2	124 ± 4	114 ± 1
Sr	67 ± 8	131 ± 6	55 ± 9	123 ± 16	146 ± 13
Zr	114 ± 6	95 ± 5	127 ± 7	122 ± 7	132 ± 6
Sb	0.25 ± 0.01	0.17 ± 0.01	0.47 ± 0.02	0.15 ± 0.01	0.16 ± 0.02
Cs	6.7 ± 0.1	12.0 ± 0.2	9.0 ± 0.1	6.3 ± 0.1	6.0 ± 0.1
Ba	979 ± 18	870 ± 17	944 ± 15	779 ± 22	754 ± 19
La	21.8 ± 0.2	21.4 ± 1.9	28.4 ± 0.2	24.2 ± 0.2	23.2 ± 0.2
Ce	43.0 ± 0.5	40.8 ± 3.1	64.9 ± 0.5	52.4 ± 0.5	49.8 ± 0.3
Nd	15.0 ± 0.7	14.2 ± 0.6	29.8 ± 0.6	21.6 ± 1.9	21.0 ± 1.8
Sm	3.34 ± 0.02	2.95 ± 0.09	7.05 ± 0.08	4.59 ± 0.06	4.43 ± 0.03
Eu	0.358 ± 0.005	0.446 ± 0.007	0.403 ± 0.008	0.596 ± 0.007	0.627 ± 0.007
Tb	0.51 ± 0.01	0.37 ± 0.01	1.20 ± 0.02	0.67 ± 0.02	0.63 ± 0.01
Dy	3.38 ± 0.44	2.26 ± 0.36	8.22 ± 0.50	4.12 ± 0.30	3.89 ± 0.39
Yb	2.62 ± 0.02	2.09 ± 0.04	4.53 ± 0.06	2.81 ± 0.11	2.77 ± 0.11
Lu	0.42 ± 0.01	0.38 ± 0.01	0.65 ± 0.01	0.42 ± 0.01	0.42 ± 0.01
Hf	3.12 ± 0.03	2.05 ± 0.13	4.42 ± 0.05	3.74 ± 0.04	3.88 ± 0.01
Ta	0.57 ± 0.01	0.72 ± 0.01	0.54 ± 0.01	0.48 ± 0.01	0.46 ± 0.02
Th	11.8 ± 0.1	17.6 ± 0.7	11.7 ± 0.1	10.1 ± 0.1	9.5 ± 0.1
U	3.7 ± 0.3	5.4 ± 0.1	3.5 ± 0.1	2.9 ± 0.2	2.9 ± 0.1
XRF 結果	(n = 12)	(n = 5)	(n = 6)	(n = 6)	(n = 6)
Mn	335 ± 106	735 ± 92	181 ± 58	445 ± 88	482 ± 118
Fe (%)	0.76 ± 0.05	0.50 ± 0.04	0.92 ± 0.08	1.21 ± 0.06	1.31 ± 0.10
Rb	134 ± 4	185 ± 11	137 ± 5	126 ± 8	118 ± 7
Sr	68 ± 3	121 ± 10	49 ± 3	121 ± 6	136 ± 11
Y	24 ± 3	21 ± 3	43 ± 2	28 ± 3	29 ± 2
Zr	123 ± 5	89 ± 5	143 ± 4	142 ± 6	150 ± 7
Nb	6.7 ± 1.4	8.6 ± 1.6	8.9 ± 2.3	6.5 ± 2.4	6.7 ± 1.8

付けた。しかし、出穂と佐藤 (2007) により報告されたように、北海道の全産地に対する総合的な研究は全く行われていない。

5. 北海道に産出する黒曜石への NAA および ED-XRF の適用

以下の節では、正確な産地同定に不可欠な分析手法を定めるため、NAA と XRF を併用した産地試料の分析方法を提示する。筆者らはまず、NAA により利用可能な全ての産地試料を総合的に分析し、

表 19-4 北海道における黒曜石産地に対する NAA と ED-XRF による元素濃度の平均値と標準偏差
数値は 100 万分の 1(ppm) で提示している。

元素名	白滝赤石山 (n = 4)	白滝十勝石沢 (n = 10)	滝川 (n = 6)	十勝三股 (n = 6)	十勝然別 (n = 5)	豊浦 (n = 6)
NAA 結果						
Na (%)	2.82 ± 0.04	2.92 ± 0.02	2.72 ± 0.03	3.00 ± 0.05	2.65 ± 0.04	2.73 ± 0.04
Al (%)	7.05 ± 0.15	7.24 ± 0.27	6.69 ± 0.28	7.13 ± 0.25	6.82 ± 0.29	6.40 ± 0.11
Cl	643 ± 16	523 ± 54	702 ± 65	453 ± 43	381 ± 32	1156 ± 80
K (%)	3.85 ± 0.22	3.77 ± 0.13	3.47 ± 0.10	3.67 ± 0.12	2.91 ± 0.36	2.96 ± 0.15
Sc	2.65 ± 0.02	2.92 ± 0.04	2.99 ± 0.03	4.07 ± 0.01	4.26 ± 0.24	2.07 ± 0.13
Mn	379 ± 7	448 ± 5	492 ± 9	374 ± 3	332 ± 11	464 ± 5
Fe (%)	0.79 ± 0.01	0.74 ± 0.01	0.58 ± 0.01	0.74 ± 0.01	0.96 ± 0.16	0.83 ± 0.04
Co	0.13 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.40 ± 0.01	0.25 ± 0.01	0.77 ± 0.34	0.86 ± 0.30
Zn	36.4 ± 0.9	36.6 ± 1.1	25.4 ± 0.8	39.7 ± 3.9	37.6 ± 1.6	29.7 ± 2.7
Rb	149 ± 1	174 ± 3	144 ± 1	140 ± 1	129 ± 9	87 ± 1
Sr	31 ± 6	20 ± 7	86 ± 55	53 ± 3	101 ± 24	118 ± 14
Zr	95 ± 8	84 ± 7	120 ± 6	102 ± 9	105 ± 11	124 ± 10
Sb	0.31 ± 0.01	0.38 ± 0.01	0.84 ± 0.02	0.25 ± 0.01	0.22 ± 0.02	0.96 ± 0.01
Cs	9.5 ± 0.1	11.9 ± 0.2	11.6 ± 0.1	8.4 ± 0.1	8.0 ± 0.3	7.6 ± 0.1
Ba	850 ± 6	183 ± 12	1025 ± 19	882 ± 35	777 ± 63	805 ± 15
La	20.3 ± 0.8	13.1 ± 0.2	25.9 ± 0.3	22.1 ± 0.4	21.1 ± 0.6	20.1 ± 0.2
Ce	43.1 ± 1.4	31.3 ± 0.5	54.5 ± 0.3	48.3 ± 0.3	45.0 ± 1.5	42.6 ± 0.3
Nd	16.3 ± 0.8	12.6 ± 0.5	19.8 ± 0.4	22.1 ± 4.6	17.2 ± 4.9	16.6 ± 1.5
Sm	3.97 ± 0.04	3.82 ± 0.06	4.22 ± 0.03	4.73 ± 0.21	4.06 ± 0.39	3.47 ± 0.01
Eu	0.279 ± 0.005	0.127 ± 0.004	0.512 ± 0.007	0.484 ± 0.007	0.501 ± 0.022	0.482 ± 0.005
Tb	0.65 ± 0.01	0.74 ± 0.02	0.59 ± 0.01	0.79 ± 0.02	0.63 ± 0.09	0.48 ± 0.01
Dy	4.15 ± 0.21	4.77 ± 0.31	3.83 ± 0.31	5.32 ± 0.52	3.91 ± 0.56	2.87 ± 0.16
Yb	3.03 ± 0.02	3.59 ± 0.08	3.04 ± 0.04	3.35 ± 0.02	2.60 ± 0.42	3.25 ± 0.11
Lu	0.45 ± 0.01	0.54 ± 0.01	0.51 ± 0.01	0.50 ± 0.04	0.41 ± 0.06	0.54 ± 0.01
Hf	2.75 ± 0.05	2.67 ± 0.06	3.38 ± 0.03	3.20 ± 0.02	3.06 ± 0.07	4.09 ± 0.12
Ta	0.53 ± 0.01	0.67 ± 0.01	0.57 ± 0.01	0.59 ± 0.01	0.54 ± 0.03	0.37 ± 0.01
Th	11.2 ± 0.2	9.7 ± 0.1	16.8 ± 0.1	12.3 ± 0.1	10.8 ± 1.0	9.9 ± 0.1
U	3.1 ± 0.3	3.8 ± 0.2	4.9 ± 0.2	3.8 ± 0.3	3.4 ± 0.5	3.7 ± 0.2
XRF 結果						
Mn	390 ± 109	423 ± 111	509 ± 76	427 ± 89	393 ± 130	411 ± 84
Fe (%)	0.76 ± 0.03	0.75 ± 0.07	0.68 ± 0.02	0.77 ± 0.05	1.31 ± 0.27	0.80 ± 0.02
Rb	136 ± 2	173 ± 10	154 ± 4	143 ± 8	133 ± 9	84 ± 4
Sr	31 ± 3	12 ± 1	67 ± 4	54 ± 3	120 ± 16	104 ± 5
Y	29 ± 2	34 ± 2	29 ± 3	32 ± 1	26 ± 2	24 ± 3
Zr	95 ± 1	91 ± 3	120 ± 2	112 ± 4	124 ± 4	134 ± 8
Nb	5.7 ± 2.6	6.9 ± 1.2	7.2 ± 1.7	6.9 ± 1.9	5.9 ± 1.8	5.9 ± 2.0

続いて同じ試料に対して ED-XRF を用いた分析を行った。各産地の試料の数が少ないため（基本的に 6 試料のみ）、産地の特性評価における統計的なエラーを含む可能性は高い。よって、産地試料の分析結果は、遺物を正しく分析するために必要な手法および手続きを把握するために用いる。北海道における既知の全産地の黒曜石化学組成データは、多元的手法から得られたデータを実証するために提示する。実際の適用例として、雄勝嘉藤 2 遺跡出土の 129 点の黒曜石遺物の分析を示す。

(1) NAA 産地グループ

ミズーリ大学原子炉研究施設（以下 MURR）考古測定学研究室における NAA は、2 回の独立した放射線照射と 3 回の測定の組み合わせからなる。照射や分析工程に関する詳細は別稿を参照されたい（Glascocock et al. 1998）。データセットには 28 元素の濃度値 ppm が示される（表 19）。3 つの散布図により、産地データは 21 グループに完全に分離される。Rb と Sb の散布図（図 48）では 10 の産地グループが明瞭に分離される。さらに、Mn と Fe の散布図（図 49）により 8 グループが分けられる。そして残り

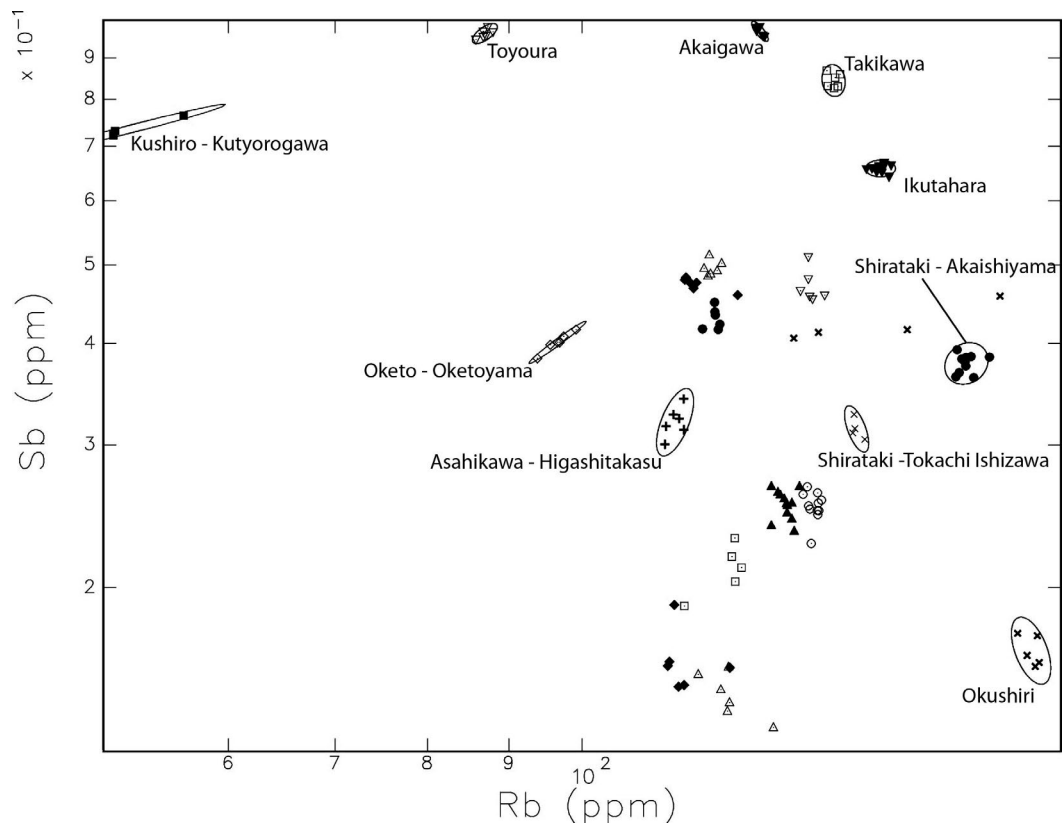


図 48 NAA による北海道のすべての黒曜石産地の Rb と Sb 濃度の散布図

図 48 ～ 57 では、95% 信頼区間を示す楕円により区別された産地のみにそれぞれの名称を付してある。

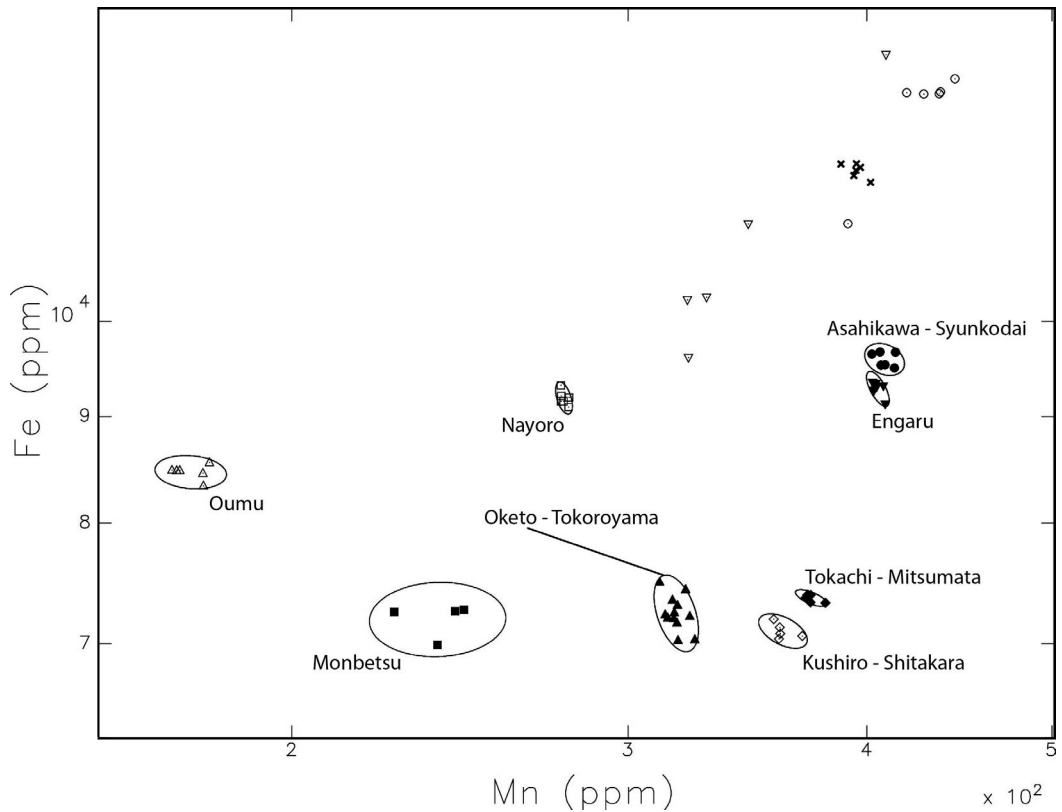


図 49 NAA による北海道の黒曜石産地の Mn と Fe 濃度の散布図

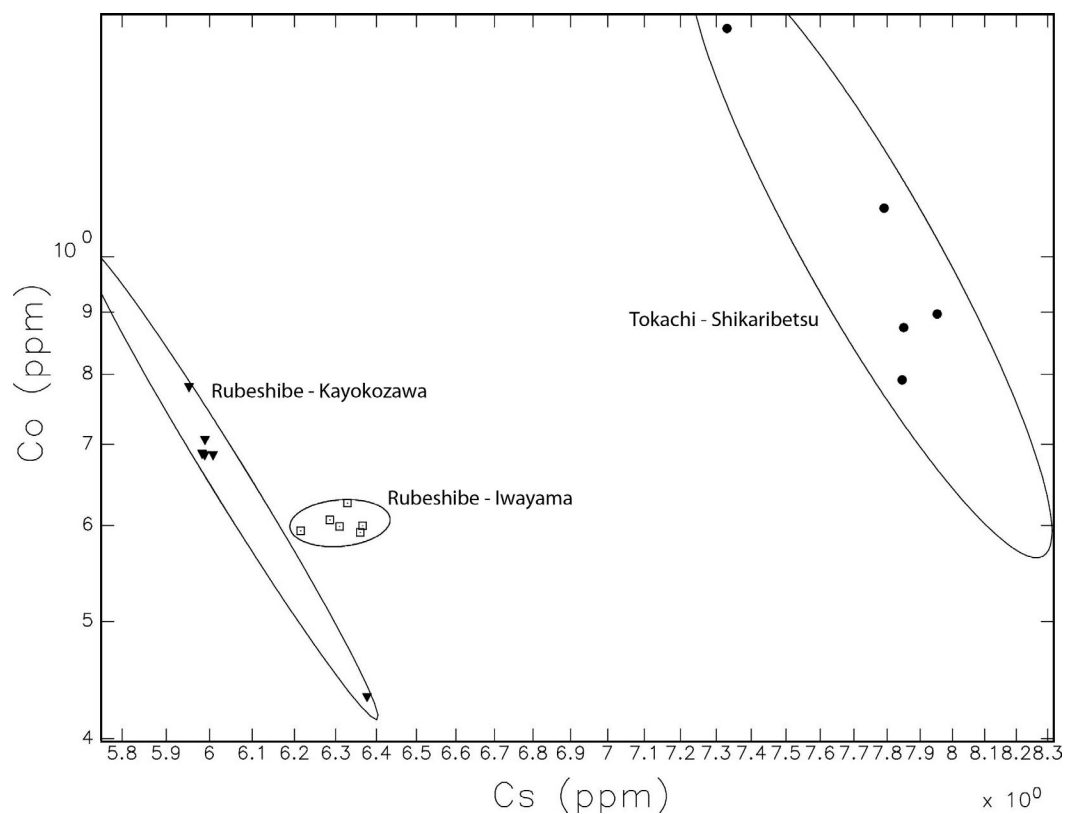


図 50 NAA による北海道の黒曜石産地の Ce と Co 濃度の散布図

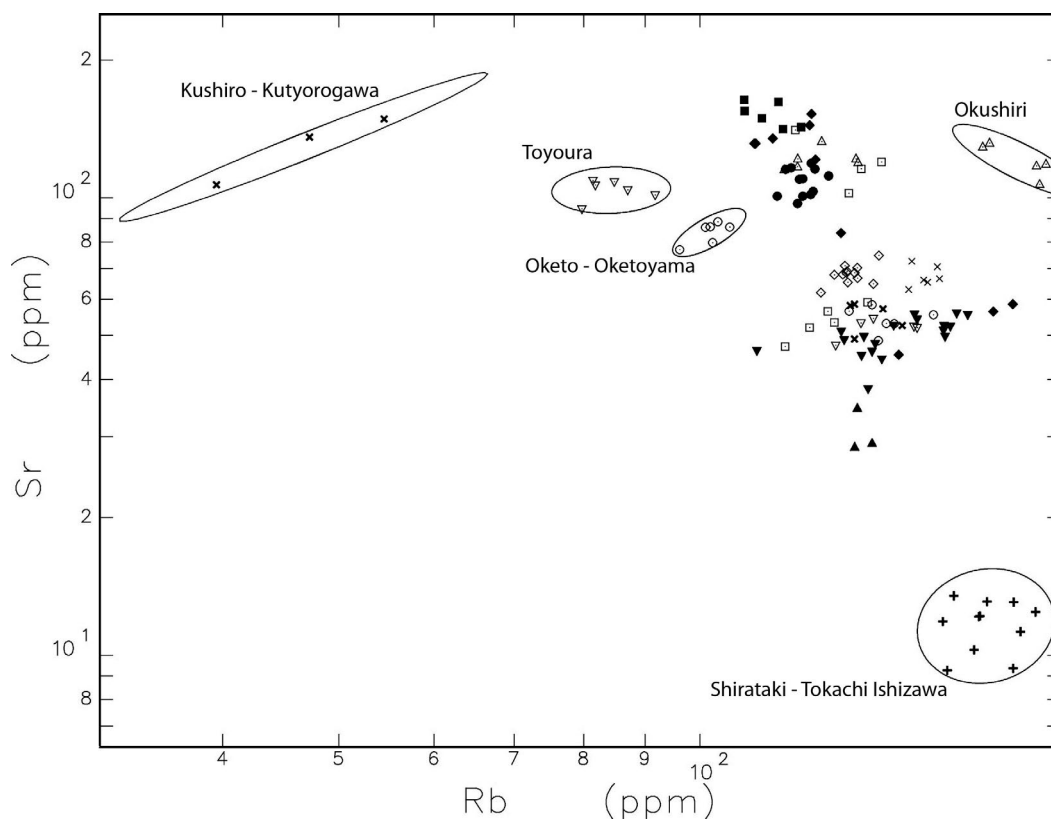


図 51 ED-XRF による北海道のすべての黒曜石産地の Rb と Sr 濃度の散布図

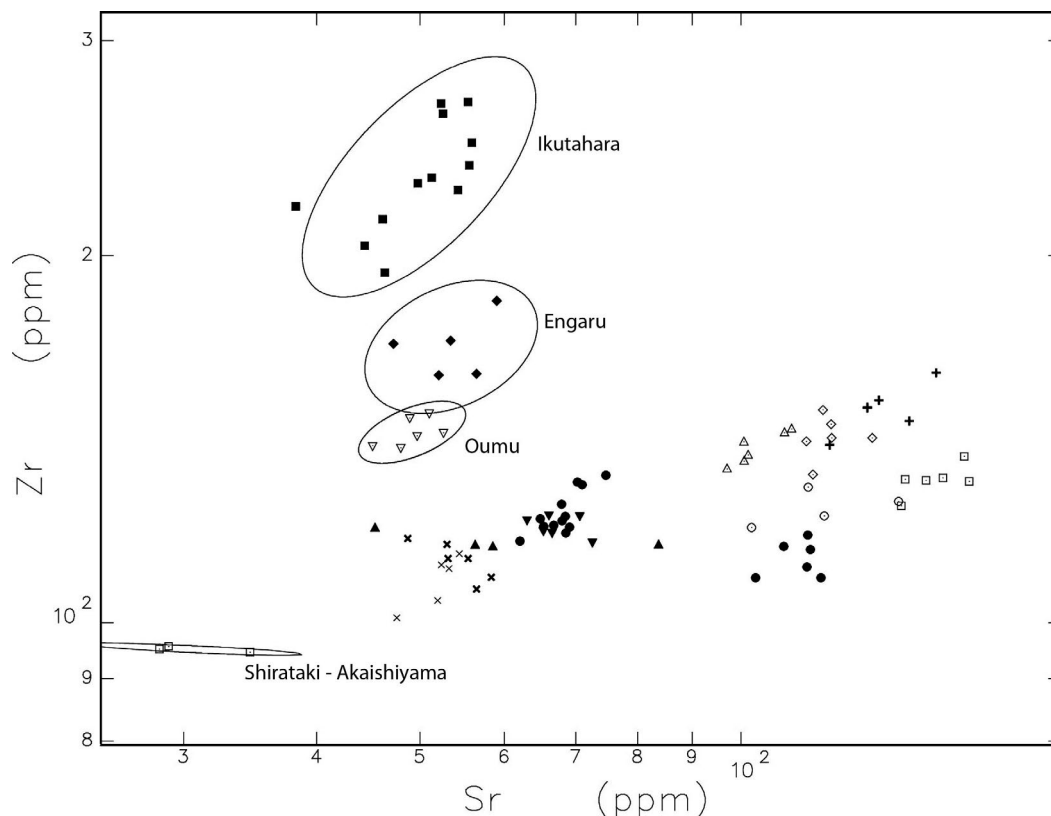


図 52 ED-XRF による北海道の黒曜石産地の Sr と Zr 濃度の散布図

の 2 グループは、Cs と Co の散布図 (図 50) により区別される。不明確な試料を分離するために、多変量解析 (主成分分析やマハラノビス距離など) が利用できるが、基本的に筆者らは、散布図の膨大な点を視覚的に検討した。図 48 ~ 50 に各産地の分布範囲の分離の程度を示した。

(2) XRF 産地グループ

NAA により北海道における既知の 21 産地のすべてを十分に区別することができるが、試料の破壊が必要であること、およびコスト面での制約のため、考古試料の分析にはしばしば別の分析手法が必要となる。筆者らは、MURR において NAA により分析されたものと同じ産地試料を ED-XRF により分析し、産地グループの大多数を分離できることを発見した。ここでは、北海道の黒曜石産地試料を ED-XRF で測定する際に有効性の高い 6 つの元素 (Fe、Rb、Sr、Y、Zr および Nb) に焦点を当てる。表 19 の下部にそれぞれの濃度を示した。分析に使用した機器は、ブルカー (Bruker) 社製携帯型蛍光 X 線分析装置トレーサー III -SD で、40keV、17 マイクロアンペアで操作を行った。フィルターは 0.15mm の Cu、0.025mm の Ti、0.3mm の Al を用い、各試料を 3 分間測定した。この計測器は MURR の収集してきた黒曜石試料 40 点により補正されている (Glascok and Ferguson 2012)。

NAA に比べて、ED-XRF では測定できる元素の数が少なく、そのため精度が落ちるので、産地グループを分離するにはより多くの二変量散布図が必要となる。Sr と Rb の散布図では 5 つの産地グループが分離される (図 51)。Sr と Zr の散布図ではさらに 4 つのグループが分けられる (図 52)。残りの 9 つの産地試料は、Sr と Fe の散布図により 2 つのクラスター (A と B) に分かれる (図 53)。そして、Zr と Fe の散布図によりクラスター A の 3 つの産地グループが分かれる (図 54)。Fe と Rb の散布図によりクラスター A の残りの 3 グループが分離される (図 55)。また、Rb と Sr の散布図 (図 56) により、クラスター B の 2 つの産地グループが分かれる。ただし、残りの 4 つのグループ [紋別、釧路(舌

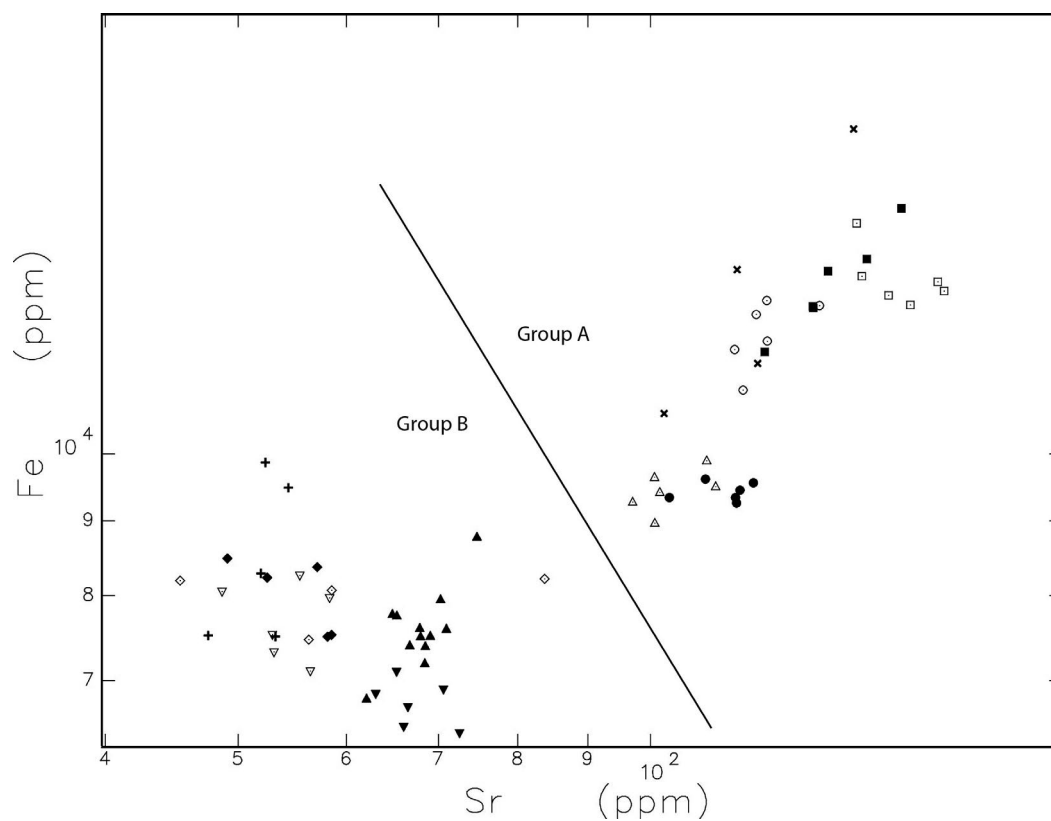


図 53 ED-XRF による Sr と Fe 濃度の散布図
クラスター A と B を分離するために用いる。

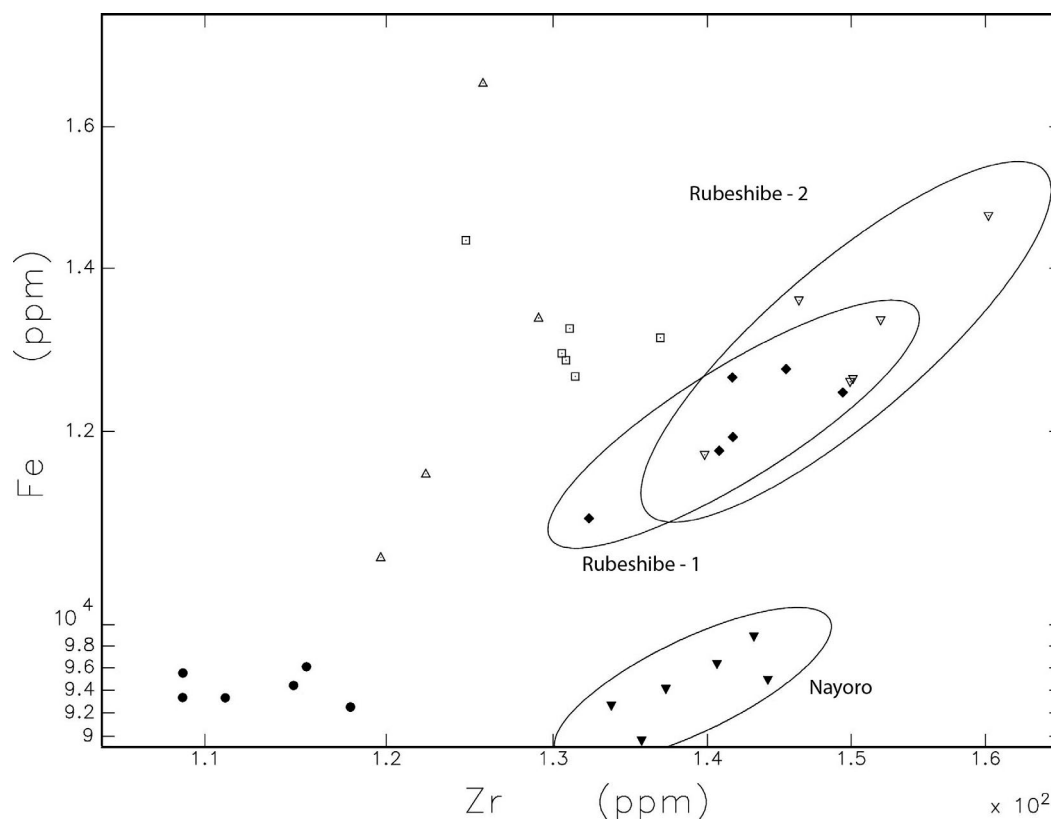


図 54 ED-XRF による Zr と Fe 濃度の散布図
図 53 からクラスター A を分離するために用いる。

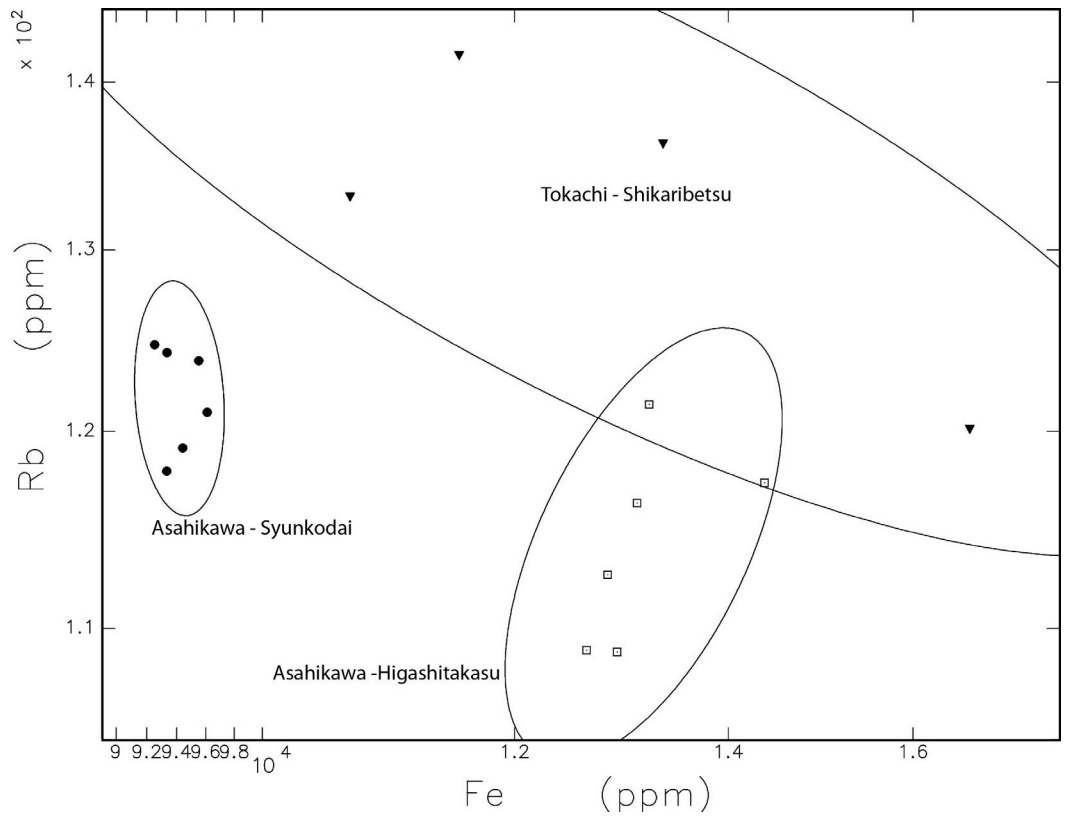


図 55 ED-XRF による Fe と Rb 濃度の散布図

図 53 におけるクラスター A 以外の試料を分離するために用いる。

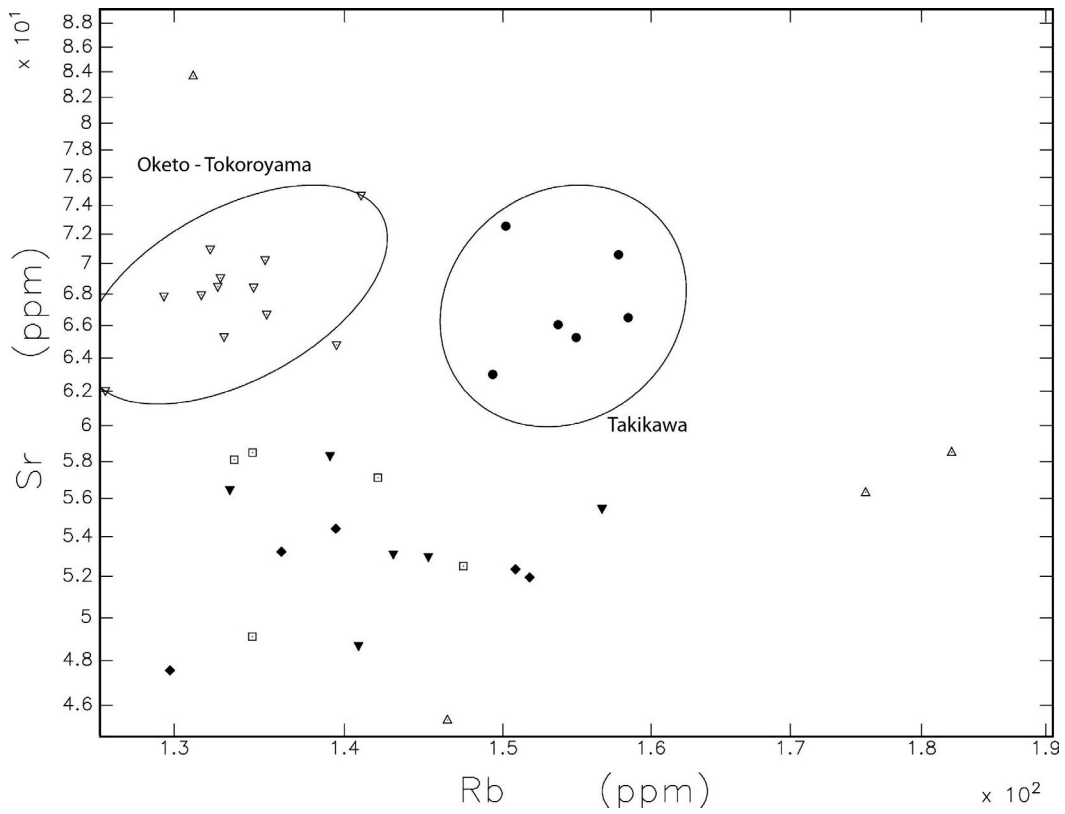


図 56 ED-XRF による Rb と Sr 濃度の散布図

図 53 におけるクラスター B の 2 グループを分離するために用いる。

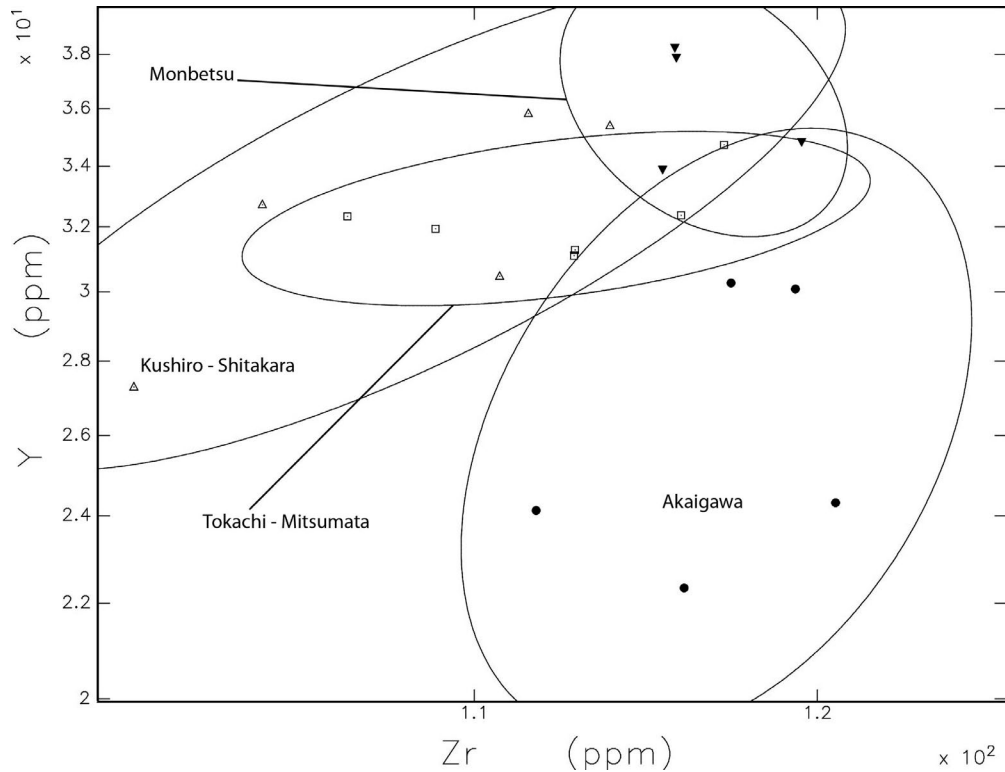


図 57 ED-XRF による Zr と Y 濃度の散布図

図 53 におけるクラスター B の他のグループがオーバーラップすることが示される。

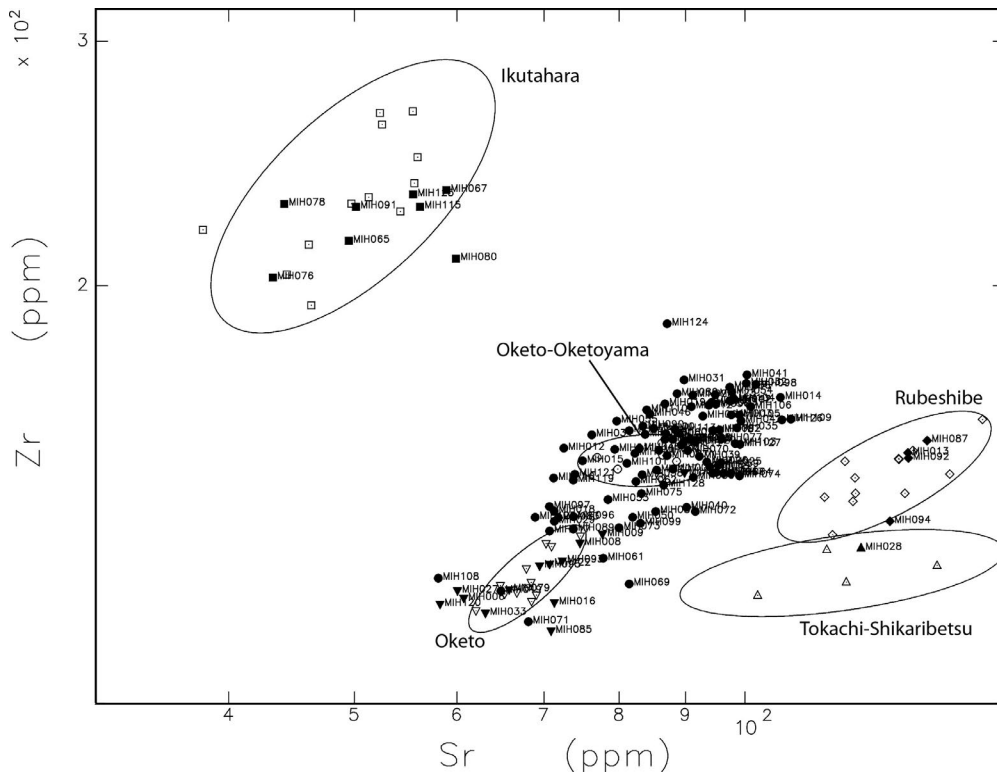


図 58 Zr と Sr 濃度の二変量散布図

類似する参考試料グループ（十勝三股を除く）の付近に雄勝嘉藤 2 遺跡の遺物が分布することが示される。図 58・59 の楕円は、産地グループの 90% 信頼区間を示す。

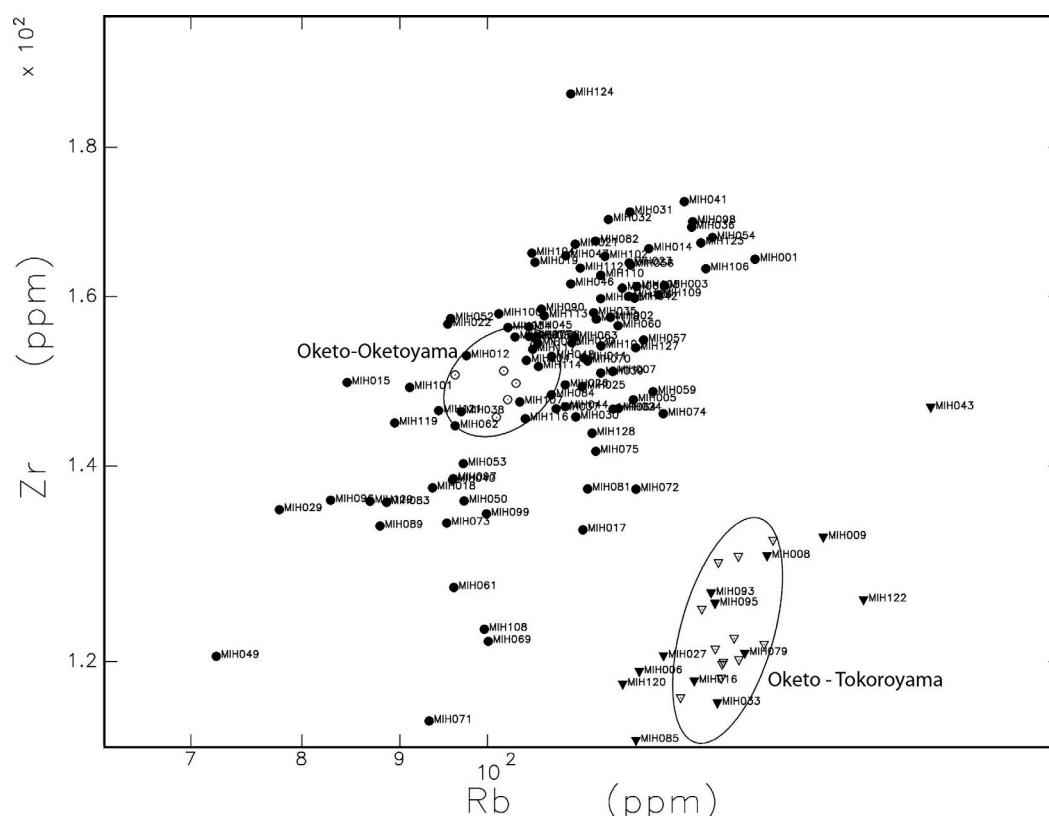


図 59 Zr と Rb 濃度の二変量散布図

雄勝嘉藤 2 遺跡の遺物における 2 つの置戸グループの分離が示される。

辛)、十勝（三股）および赤井川]は、ED-XRF では互いに区別することはできない（図 57）。もし、分析試料中にそうしたオーバーラップする 4 つの産地が含まれていた場合、ED-XRF（または他の同様な制約を有する手法）のみを利用している研究室では正確な判定をすることはできない。

(3) 雄勝嘉藤 2 遺跡出土黒曜石遺物の分析

NAA により、21 産地グループすべてが化学的にユニークであることが示された。しかし、ED-XRF では、そのすべてのグループを区別することはできない。筆者らは、まずはスピードが速く、低コストで、非破壊という ED-XRF の利点を最大限に活用して分析し、次に、問題のある試料に対して非破壊の NAA を適用するという二段階の分析方法を提示する。筆者らは、北海道の雄勝嘉藤 2 遺跡から出土した 129 点の黒曜石遺物の分析にこのアプローチを適用した（図 47; 元データは表 20 参照）。雄勝嘉藤 2 遺跡は北海道北東部に位置し、訓子府川の第 2 段丘面に立地する。後期旧石器時代のコンポーネントは周氷河プロセスによる埋没後擾乱を受けた風成堆積物中から検出されている。信頼できる地質編年的データは得られていないが、後期旧石器コンポーネントには小型剥片、剥片、および細石刃アセンブリが含まれ、後期旧石器時代の前葉から中葉にかけての所産と考えられる（出穂 2012）。雄勝嘉藤 2 遺跡に関するより詳細なデータと遺物については、出穂ほか（2013）に示されている。

図 58 では、関連する産地グループのほとんどが分離し、かつ遺物がそれに対応していることが示される。別の散布図（図 59）により、2 つの置戸グループが分けられる（図 59）。遺物は、形状や厚さに変異があるため、楕円で示された産地の信頼区間内に常によく対応するわけではない。試料の厚さはデータにさまざまな影響を与えるため、産地から採取したサイズの大きな試料の分析結果と比べ、

サイズの小さな遺物の場合は相関線の付近にばらつく傾向がある (Ferguson 2012)。

ED-XRF による産地同定が不明確であった 3 点に対して、短時間照射 NAA (Glascock et al. 1994) を行った。短時間照射は、ポリビニル製のチューブに入る程度の大きさであれば、試料全体を分析することができる。生じる放射線量はとても弱く、およそ 3 カ月で試料の放射化は検出できない程度となる。短時間照射では、いくつかの元素 (Ba、Dy、Mn、Na を含む) のみに対して精度の高いデータが得られるが、ED-XRF において判別の難しかった 4 つの産地を分けるには、これらの元素で十分である。

試料 MIH051 (表 20 参照) は釧路 (舌辛) との区別は難しいものの、十勝三股産と判定される。試料 MIH086 は十勝三股にもっとも近いが、あまり明瞭ではない。ここでは暫定的に十勝三股と判別した。試料 MIH111 は置戸 (置戸山) に類似するが、大きな違いがあるため判別するのは難しい。NAA の長時間照射により、この遺物の産地をより明確に判別することができるかもしれないが、それには試料の破壊が必要であろう。雄勝嘉藤 2 遺跡の概要とその遺物分析の詳細な議論については、出穂ら (2013) によって提示されている。

6. 結論

黒曜石の産地同定は、体系的な方法論と適切な分析手法を用いなければならない人類行動の理解に対し、非常に有効なアプローチとなる。産地となりうるすべての場所から注意深く試料を採取した上で、時間、経済的コストおよび試料破壊を最小におさえ、かつ十分な精度と幅を保って産地同定を可能とするような特性評価を行うためにはどの手法を用いるのが適切かを判断することが重要である。本論では NAA と ED-XRF によってすべての産地試料を分析し、その後に最も簡単でコストのかからずにすむ手法により遺物を分析する方法を示した。ED-XRF は広く利用可能であるが、すべての研究者が NAA やそれと同程度の精度の手法を利用できるわけではないため、特定の研究所に分析を委託する必要もあるかもしれない。

多元的手法は世界のほとんどの地域において大変有効であることがわかっており、北海道も例外ではない。筆者らは ED-XRF と NAA を利用し、北海道における 21 の黒曜石産地のユニークな化学的プロファイルを確定した (Kuzmin et al. 2013 も参照)。雄勝嘉藤 2 遺跡の考古学的事例においては、ED-XRF 単独で黒曜石遺物アセンブリの 98% 以上を特定の産地に同定することができた。疑問の残る試料については、非破壊 NAA を実施して化学組成の類似する産地を分けることができた。

謝辞

NAA 用の試料準備に際してアレックス・ブレッチビューラーの助力を得た。また、2011 年の長野におけるワークショップの参加者に有力な助言を頂いた。MURR 考古学測定研究室は合衆国国立科学基金 (BSC1110793) の援助を受けている。この研究は文部科学省科学研究費 21242026 および学術振興会科学研究費 24320157 を受けている。

引用文献

- Ferguson, J. R. 2012. X-ray Fluorescence of Obsidian: Approaches to Calibration and the Analysis of Small Samples. In *Handheld XRF for Art and Archaeology*, edited by A. N. Shugar and J. L. Mass, 401–422. Leuven, Leuven University Press.
- Ferguson, J. R., S. H. Ambrose, M. D. Glascock, A. S. Brooks, and J. E. Yellen 2010. A Multi-Tier and Multi-Method Approach to the Analysis of Obsidian Source Data from the Central Rift Valley of Kenya. Poster presented at the 38th International Symposium on Archaeometry, Tampa, FL.

- Glascok, M. D. 2010. Comparison and Contrast between XRF and NAA: Uses for Characterization of Obsidian Sources in Central Mexico. In *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology*, edited by M. S. Shackley, 161–192. New York, Springer Verlag.
- Glascok, M. D., G. E. Braswell, and R. H. Cobean 1998. A Systematic Approach to Obsidian Source Characterization. In *Archaeological Obsidian Studies: Method and Theory*, edited by M. S. Shackley, 15–65. New York & London, Plenum Press.
- Glascok, M. D., and J. R. Ferguson 2012. Report on the Analysis of Obsidian Source Samples by Multiple Analytical Methods. Report on file at the University of Missouri Research Reactor, Archaeometry Laboratory, Columbia, MO.
- Glascok, M. D., H. Neff, K. S. Stryker, and T. N. Johnson 1994. Sourcing Archaeological Obsidian by an Abbreviated NAA Procedure. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 180:29–35.
- Glascok, M.D., P. C. Weigand, R. Esparza Lopez, M. A. Ohnorsorgen, M. Garduno Ambriz, J. B. Mountjoy, and J. A. Darling 2010. Geochemical Characterisation of Obsidian in Western Mexico: The Sources in Jalisco, Nayarit, and Zacatecas. In *Crossing the Straits: Prehistoric Obsidian Source Exploitation in the North Pacific Rim*, British Archaeological Report, International Series 2152, edited by Y. V. Kuzmin and M. D. Glascok, 201–217. Oxford, Archaeopress.
- Hall, M., and H. Kimura 2002 Quantitative EDXRF Studies of Obsidian Sources in Northern Hokkaido. *Journal of Archaeological Science* 29:259–266.
- 廣瀬 亘・岩崎深雪・中川光弘 2000 「北海道中部～西部の新第三紀火成活動の変遷：K-Ar 年代、火山活動様式および全岩化学組成からみた東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷」『地質学雑誌』106、120-135 頁
- 廣瀬 亘・中川光弘 1999 「北海道中部～東部の新第三紀火山活動：火山学的データおよび全岩化学組成からみた島弧火山活動の成立と変遷」『地質学雑誌』105、247-265 頁
- 井上 巖 2003 「白滝第 30 地点出土黒曜石の化学分析」『白滝第 30 地点遺跡』245-258 頁、白滝村教育委員会、北海道
- 出穂雅実 2012 「まとめ」佐藤宏之編『黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世社会の形成と変容（I）』159-163 頁、東京大学常呂実習施設研究報告第 10 集、東京
- 出穂雅実・赤井文人 2005 「北海道の旧石器編年―遺跡形成過程論とジオアーケオロジーの適用―」『旧石器研究』139-55 頁
- Izuho, M., and W. Hirose 2010. A Review of Archaeological Obsidian Studies on Hokkaido Island (Japan). In *Crossing the Straits: Prehistoric Obsidian Source Exploitation in the North Pacific Rim*, British Archaeological Report, International Series 2152, edited by Y. V. Kuzmin and M. D. Glascok, 9–25. Oxford, Archaeopress.
- Izuho, M., and H. Sato 2007. Archaeological Obsidian Studies in Hokkaido, Japan: Retrospect and Prospects. *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association* 27:114–121.
- Izuho, M., Ferguson, J. R., Glascok, M. D., Oda, N, Akai, F, Nakazawa, Y., and Sato, H. 2013. (submitted) Integration of obsidian compositional studies and lithic reduction sequence analysis at the Upper Paleolithic site of Ogachi-Kato 2, Hokkaido, Japan. In *Methodological Issues of Obsidian Provenance Studies and the Standardization of Geologic Obsidian*, British Archaeological Report, International Series, edited by A. Ono, Y. Suda, and M. D. Glascok, Oxford, Archaeopress.
- Kimura, H. (ed.). 1992. *Reexamination of the Yubetsu Technique and Study of the Horokazawa Toma Lithic Culture: Archaeological Survey on the Toma Lithic Culture*. Sapporo, Sapporo University Press.
- 木村英明 1995 「黒曜石・ヒト・技術」『北海道考古学』31、3-63 頁
- Kimura, H. 1998. Obsidian, Humans, Technology. In *Paleoekologiya Pleistotseha i Kultury Kamennogo Veka Severnoi Azii i Sopredelnykh Territorii. Tom 2*, edited by A. P. Derevianko, 302–314. Novosibirsk, Izdatelstvo Instituta Arkheologii i

- Etnografii Sibirskogo Otdeleniya Rossiiskoi Akademii Nauk.
- 木村英明 2005 『北の黒曜石の道 白滝遺跡群』新泉社、東京
- Kuzmin, Y. V. 2006. Recent Studies of Obsidian Exchange Networks in Prehistoric Northeast Asia. In *Archaeology in Northeast Asia: On the Pathway to Bering Strait*, University of Oregon Anthropological Papers 65, edited by D. E. Dumond and R. L. Bland, 61–71. Eugene, University of Oregon.
- Kuzmin, Y. V., and M. D. Glascock 2007. Two Islands in the Ocean: Prehistoric Obsidian Exchange between Sakhalin and Hokkaido, Northeast Asia. *Journal of Island & Coastal Archaeology* 2:99–120.
- Kuzmin, Y. V., M. D. Glascock, and M. Izuho 2013. The Geochemistry of the Major Sources of Archaeological Obsidian on Hokkaido Island (Japan): Shirataki and Oketo. *Archaeometry* (in press); doi: 10.1111/j.1475-4754.2012.00694.x.
- Kuzmin, Y. V., M. D. Glascock, and H. Sato 2002. Sources of Archaeological Obsidian on Sakhalin Island (Russian Far East). *Journal of Archaeological Science* 29:741–749.
- Merrick, H. V., and F. H. Brown 1984. Obsidian Sources and Patterns of Source Utilization in Kenya and Northern Tanzania: Some Initial Findings. *African Archaeological Review* 2:129–152.
- 向井正幸 2005 「紋別地域、留辺蘂地域、豊浦地域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』11、9-20 頁
- 向井正幸 2010 「北海道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』2、1-33 頁
- 向井正幸・長谷川仁彦・和田恵治 2000 「旭川周辺地域における黒曜石ガラスの化学組成 — 黒曜石の産地特定への適用」『旭川市博物館研究報告』6、51-64 頁
- 向井正幸・渋谷亮太・和田恵治 2004 「生田原地域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、35-40 頁
- 向井正幸・和田恵治 2001 「旭川西方、秩父別・北竜地域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』7、23-30 頁
- 向井正幸・和田恵治 2003 「遠軽地域・雄武地域から産出する黒曜石ガラスの化学組成」『旭川市博物館報告』9、19-26 頁
- 向井正幸・和田恵治 2004a 「奥尻島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、41-46 頁
- 向井正幸・和田恵治 2004b 「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 頁
- Phillips, S. C., and R. J. Speakman 2009. Initial Source Evaluation of Archaeological Obsidian from the Kuril Islands of the Russian Far East Using Portable XRF. *Journal of Archaeological Science* 36:1256–1263.
- 佐藤宏之 2004a 「ロシア極東における先史時代の黒曜石の利用」『黒曜石文化研究』3：45-55
- Sato, H. 2004b. Lithic Procurement and Reduction Strategy of Hirosato Industry in the Japan Sea Rim Area. *Seonsa Wa Koda* 20:205-221.
- Sato, H., Y. V. Kuzmin, and M. D. Glascock 2002. Source Analysis of Prehistoric Obsidians and Assessment of Its Distribution in Northeast Asia. *Hokkaido Kokogaku* 38:1–13 (in Japanese with English title).
- Takanashi, K., K. Shuto and M. Sato. 2011. Origin of Late Paleogene to Neogene Basalts and Associated Coeval Felsic Volcanic Rocks in Southwest Hokkaido, Northern NE Japan Arc: Constraints from Sr and Nd Isotopes and Major- and Trace-Element Chemistry. *Lithos* 125:369–392.
- 藁科哲男 1999 「石器および玉類の産地分析」松浦秀治・上杉陽・藁科哲男編『考古学と年代測定学・地球化学』259-293 頁、同成社、東京
- 吉谷昭彦・川辺百樹・須田 修・水舟一郎・長畑建三 2001 「居辺 17 遺跡から出土した黒曜岩の原産地について — 黒曜岩の微量元素組成からのアプローチ —」『上士幌町ひがし大雪博物館研究報告』23、1-19 頁

表 20-1 雄勝嘉藤 2 遺跡出土遺物に対する ED-XRF による元素濃度 (これらの遺物の多くは極端に小さいため、特に鉄では濃度値が移動しているものもある)
数値は 100 万分の 1(ppm) で提示している。

MURR ID	遺物No.	Mn	Fe(%)	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	産地
MIH001	6	441	1.353	138	94	27	165	9	置戸置戸山
MIH002	8	291	1.026	116	96	28	157	7	置戸置戸山
MIH003	9	313	1.173	124	98	27	161	8	置戸置戸山
MIH004	14	237	0.907	105	86	22	152	10	置戸置戸山
MIH005	29	368	1.139	119	88	23	148	9	置戸置戸山
MIH006	31	299	0.603	120	61	22	119	6	置戸
MIH007	37	414	1.08	116	87	20	151	8	置戸置戸山
MIH008	42	249	0.7	140	75	27	130	6	置戸
MIH009	45	274	0.704	150	78	30	132	5	置戸
MIH010	51	230	0.792	106	90	23	154	8	置戸置戸山
MIH011	54	387	0.852	112	79	23	152	6	置戸置戸山
MIH012	56	293	0.834	97	73	26	153	7	置戸置戸山
MIH013	68	729	1.366	129	134	27	152	5	留辺蘂
MIH014	76	356	1.229	121	107	28	166	10	置戸置戸山
MIH015	77	314	0.702	84	75	21	150	6	置戸置戸山
MIH016	78	349	0.616	128	71	21	118	6	置戸
MIH017	82	317	1.226	112	71	18	133	8	置戸置戸山
MIH018	84	372	0.721	94	71	22	138	6	置戸置戸山
MIH019	85	626	0.99	106	87	32	164	6	置戸置戸山
MIH020	90	387	0.955	111	92	25	154	9	置戸置戸山
MIH021	91	460	1.084	111	91	23	167	6	置戸置戸山
MIH022	100	371	0.881	95	89	23	157	6	置戸置戸山
MIH023	102	380	0.974	119	95	26	164	8	置戸置戸山
MIH024	109	522	1.141	117	94	29	146	9	置戸置戸山
MIH025	116	438	1.106	112	96	26	149	10	置戸置戸山
MIH026	117	511	1.149	110	93	25	149	9	置戸置戸山
MIH027	118	353	0.595	124	60	21	121	7	置戸
MIH028	126	371	1.331	127	123	30	129	9	十勝然別
MIH029	128	292	0.643	78	71	22	135	6	置戸置戸山
MIH030	133	502	1.174	111	91	21	146	7	置戸置戸山
MIH031	134	622	1.162	119	90	24	171	6	置戸置戸山
MIH032	135	358	1.23	116	100	29	170	10	置戸置戸山
MIH033	137	414	0.621	132	63	23	116	5	置戸
MIH034	141	416	0.845	103	76	27	156	5	置戸置戸山
MIH035	145	468	1.081	114	99	27	158	7	置戸置戸山
MIH036	150	497	1.202	128	97	24	169	9	置戸置戸山
MIH037	156	327	1.092	109	96	25	146	9	置戸置戸山
MIH038	158	261	0.889	97	83	25	146	6	置戸置戸山
MIH039	165	376	0.925	115	92	23	151	10	置戸置戸山
MIH040	166	468	1.18	96	90	25	138	7	置戸置戸山
MIH041	170	421	1.118	127	100	27	172	10	置戸置戸山
MIH042	173	426	1.034	119	99	27	160	3	置戸置戸山
MIH043	181	430	0.875	170	90	33	147	9	置戸
MIH044	185	419	0.959	110	95	23	147	9	置戸置戸山
MIH045	188	265	0.917	105	84	25	156	10	置戸置戸山
MIH046	190	487	1.166	111	84	25	162	11	置戸置戸山
MIH047	191	281	0.924	110	97	23	165	11	置戸置戸山
MIH048	192	550	1.065	108	83	27	153	8	置戸置戸山
MIH049	194	234	0.768	72	65	25	121	8	置戸置戸山
MIH050	195	466	0.981	97	82	25	136	4	置戸置戸山

表 20-2 雄勝嘉藤 2 遺跡出土遺物に対する ED-XRF による元素濃度

MURR ID	遺物No.	Mn	Fe(%)	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	産地
MIH051	199	602	0.877	108	35	19	80	5	十勝三股
MIH052	201	727	1.226	96	81	26	157	7	置戸置戸山
MIH053	202	349	0.959	97	78	20	140	6	置戸置戸山
MIH054	205	368	1.218	131	98	28	168	12	置戸置戸山
MIH055	206	341	1.129	115	80	30	160	8	置戸置戸山
MIH056	210	360	0.94	119	94	22	164	8	置戸置戸山
MIH057	215	410	0.944	121	91	27	155	11	置戸置戸山
MIH058	217	284	0.908	106	87	22	155	4	置戸置戸山
MIH059	219	553	1.202	122	95	20	148	7	置戸置戸山
MIH060	224	542	1.063	117	87	23	156	9	置戸置戸山
MIH061	225	507	1.237	96	78	20	127	9	置戸置戸山
MIH062	228	523	1.019	96	82	24	145	5	置戸置戸山
MIH063	230	686	1.108	111	91	27	155	9	置戸置戸山
MIH064	234	435	1.084	116	98	21	146	7	置戸置戸山
MIH065	236	338	1.768	160	49	32	215	11	生田原
MIH066	253	367	1.007	118	93	26	161	7	置戸置戸山
MIH067	254	120	1.256	187	59	37	234	9	生田原
MIH068	259	223	0.98	106	91	26	155	5	置戸置戸山
MIH069	260	441	1.247	100	81	23	122	12	置戸置戸山
MIH070	261	341	1.023	113	90	29	152	7	置戸置戸山
MIH071	264	427	1.299	93	68	16	114	7	置戸置戸山
MIH072	266	411	1.244	120	92	28	137	8	置戸置戸山
MIH073	274	576	1.12	95	80	23	134	5	置戸置戸山
MIH074	276	520	1.317	124	99	26	146	8	置戸置戸山
MIH075	280	362	0.924	114	83	26	142	7	置戸置戸山
MIH076	282	301	1.181	136	43	37	203	6	生田原
MIH077	285	602	1.243	105	96	23	155	15	置戸置戸山
MIH078	286	223	1.199	163	44	43	229	7	生田原
MIH079	287	252	0.706	136	66	22	121	8	置戸
MIH080	294	281	1.265	161	60	41	209	10	生田原
MIH081	295	529	1.071	113	85	23	138	4	置戸置戸山
MIH082	298	612	1.2	114	89	22	167	11	置戸置戸山
MIH083	301	383	0.75	89	72	26	136	5	置戸置戸山
MIH084	305	473	1.211	108	94	26	148	10	置戸置戸山
MIH085	309	289	0.594	120	71	22	113	6	置戸
MIH086	313	410	0.788	160	27	28	108	12	十勝三股?
MIH087	317	498	1.327	108	138	29	155	7	留辺蘂
MIH088	319	410	0.98	103	88	30	155	7	置戸置戸山
MIH089	325	230	0.734	88	74	25	134	4	置戸置戸山
MIH090	333	383	0.827	107	83	25	158	7	置戸置戸山
MIH091	334	95	1.043	168	50	37	228	5	生田原
MIH092	345	371	1.214	135	134	30	150	6	留辺蘂
MIH093	352	338	0.691	131	72	28	127	6	置戸
MIH094	353	526	1.026	117	129	28	135	5	留辺蘂
MIH095	354	218	0.686	132	69	23	126	6	置戸
MIH096	359	292	0.718	83	74	27	136	5	置戸置戸山
MIH097	361	308	0.752	96	71	19	139	8	置戸置戸山
MIH098	362	280	1.164	128	102	30	170	11	置戸置戸山
MIH099	365	383	1.287	100	83	23	135	5	置戸置戸山
MIH100	367	208	0.838	101	85	23	158	5	置戸置戸山

表 20-3 雄勝嘉藤 2 遺跡出土遺物に対する ED-XRF による元素濃度

MURR ID	遺物No.	Mn	Fe(%)	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	産地
MIH101	369	471	0.95	91	81	23	149	5	置戸置戸山
MIH102	375	296	1.008	115	97	25	165	10	置戸置戸山
MIH103	376	513	1.245	115	98	21	154	10	置戸置戸山
MIH104	379	420	0.918	105	98	29	166	9	置戸置戸山
MIH105	381	372	1.072	120	99	29	161	8	置戸置戸山
MIH106	382	664	1.231	130	101	25	164	9	置戸置戸山
MIH107	389	413	1.327	104	85	20	147	9	置戸置戸山
MIH108	391	395	1.088	100	58	25	123	8	置戸置戸山
MIH109	395	340	1.167	123	108	31	160	10	置戸置戸山
MIH110	399	324	1.296	115	84	26	163	10	置戸置戸山
MIH111	405	623	1.061	60	49	8	97	5	不明(置戸山?)
MIH112	412	530	1.036	112	91	26	164	4	置戸置戸山
MIH113	422	260	0.888	107	88	25	158	5	置戸置戸山
MIH114	424	338	0.937	106	82	23	151	8	置戸置戸山
MIH115	426	216	1.221	171	56	39	228	5	生田原
MIH116	427	325	0.967	105	71	26	145	9	置戸置戸山
MIH117	428	496	1.078	106	89	30	153	3	置戸置戸山
MIH118	429	535	1.111	114	94	31	157	7	置戸置戸山
MIH119	442	303	0.76	89	74	23	145	4	置戸置戸山
MIH120	443	274	0.558	118	58	18	118	5	置戸
MIH121	447	288	0.845	94	74	24	146	6	置戸置戸山
MIH122	450	314	0.968	157	71	18	126	9	置戸
MIH123	453	449	1.231	129	95	29	167	6	置戸置戸山
MIH124	454	259	1.128	111	87	21	188	5	置戸置戸山
MIH125	455	158	1.263	170	55	36	233	8	生田原
MIH126	456	571	1.349	119	107	27	160	11	置戸置戸山
MIH127	458	424	1.219	120	99	22	154	12	置戸置戸山
MIH128	459	972	1.373	113	87	20	144	7	置戸置戸山
MIH129	474	322	0.79	87	69	22	136	4	置戸置戸山

Ⅲ．黒曜石を中心とした環日本海北部地域の考古学的研究

A．北海道の後期旧石器時代における黒曜石産地の開発と黒曜石の流通

佐藤宏之・役重みゆき

要旨

後期旧石器時代の北海道では、黒曜石が石器の主要石材として利用されていた。本稿では、現在までに行われた黒曜石の産地分析を集成し、その利用形態の通時的变化を分析した。北海道における考古学的黒曜石の産地は21箇所あるが、このうち後期旧石器時代に利用された産地は8箇所である。各遺跡で利用されていた産地別黒曜石の比率を、石器群を単位として抽出し、さらに遺跡分布の傾向から導き出された6地域間で比較した。

その結果、後期旧石器時代の全時期を通じて、直近の大規模産地の黒曜石の利用が卓越しているが、2番目以下の構成比には、時期や石器群固有の傾向が認められる。白滝・十勝・置戸・赤井川という四つの大規模産地の黒曜石は、前二者（白滝・十勝）が後期旧石器時代前半期から広域に分布が及ぶのに対して、後二者（置戸・赤井川）は、前半期は産地付近に利用が限定され、同後半期になって広域での分布が確認されるが、その絶対量は相対的に少ない。置戸産と赤井川産は、相補的に利用された可能性が高い。

構成比からみた変化の画期は、細石刃石器群が出現する後期旧石器時代前半期から同後半期への移行期ではなく、初期細石刃石器群（前期前葉細石刃石器群期）から本格的な湧別方式を有する細石刃石器群（前期後葉細石刃石器群期）への移行期にある。この時期に当たる札滑型細石刃石器群は、白滝産と強固に結びつくが、石狩低地帯では十勝産の利用も活発である。それに対して、同時期の峠下型2類細石刃石器群は、在地に近い産地の黒曜石を利用する傾向が強い。

後期細石刃石器群期になると、石器群と特定産地との関連性が顕在化する。白滝型細石刃石器群は、白滝産との関連性が看取できる。置戸産黒曜石は、全時期を通じて遠距離での利用は低調であるが、広郷型細石刃石器群は例外で、置戸産の利用が顕著である。近文台・名寄といった小規模原産地の開発は、この時期の特徴でもある。

黒曜石の産地利用パターンは、木村（1995）や山田（2006）の居住＝移動システム研究の成果とおおむね整合しているが、分析例数が少ないため、今後の分析事例の蓄積が肝要である。

キーワード：後期旧石器時代、黒曜石、産地分析、産地利用形態、北海道

1. はじめに

先史時代における地域集団間の関係は、往時の文化的・社会的ネットワークに対応して、社会生態学的な考古学事象として現れると考えられる（佐藤 1992a）。特に日本列島の旧石器時代においては、考古資料の大多数を構成する石器を通して、集団間関係を具体的に検討するのが望ましい。本論では、検討対象地域を北海道に設定し、当該地域で最も普遍的かつ優先的に利用されている黒曜石に焦点をあて、後期旧石器時代を通して利用され続けた黒曜石の流通と消費の概要を分析することにより、地域集団間の関係態の一側面を照射することを目的とする。

周知のごとく、黒曜石の産地分析研究は、我が国を含め世界的に進められてきた。火山ガラスの一種である黒曜石は、活発な火山活動にともなって生成されるので、太平洋沿岸や東南アジアからヒマ

ラヤ・西アジア・地中海にかけての地殻プレート境界付近に大規模な産地が密集する。主として火山噴火の副産物として生成されるという形成プロセスに起因して、黒曜石は原則として産地毎に異なる化学（元素）組成を有するという特異性をもつため、その特性を利用した産地分析は、相対的に信頼度の高い産地特定を可能とする（Shackley 1998、2005）。

そのため地中海・オセアニア・アメリカ大陸等では、黒曜石の産地分析に基づく石器石材の流通と消費形態の研究が盛んに行われており、我が国を含む環日本海地域でも、活発に行われてきた（Kuzmin and Popov 2000、Kuzmin and Glascock 2010）。特に集団の移動や産地毎の石材消費戦略など、資源利用行動に関して多くの情報をもたらす資料であるため（小野 2011）、最近では黒曜石研究に関する複数のシンポジウムが各地で開催されている¹。黒曜石産地分析例の増加に伴い、日本列島における現代人的行動の起源や人類集団の地域環境への適応過程、石材資源の流通ネットワークの明確化等と関連して、黒曜石利用方式の具体的様相に対する関心が高まっている。例えば、本州では、後期旧石器時代初頭より、遠隔地の黒曜石が利用され露頭の開発が行われたことが示されている（国武 2009）し、さらに、海上渡航が必要となる神津島産黒曜石が後期旧石器時代の初頭から利用されていることについては、日本列島における現代人的行動の観点から議論されている（島田 2009、Shimada and Ikeya 2011）。

また、石刃技法・細石刃技法のような、現生人類による広域移動型生業戦略の技術適応基盤を支える素材として黒曜石は重要であり、環日本海北部地域はそうした現象が見られる代表的地域である。後期旧石器時代に白滝産黒曜石がサハリンにまで運ばれたことはよく知られているが（佐藤ほか 2002、Kuzmin et al. 2002）、ロシア極東大陸部では北海道産黒曜石が持ち込まれた例はない（Sato 2004a、2011）。環日本海北部地域では、ロシア極東地域南部や中国東北部／朝鮮半島北部など、複数の黒曜石産地の存在が知られており（Kuzmin and Glascock 2010）、当該地域における人間集団の交流や移動を明らかにするうえで、黒曜石産地分析のデータは重要な手がかりとなる。特に北海道の細石刃石器群は、周辺大陸と比較して細石刃核型式の規格性が高く、石器群の独立性が強いという特徴があり（佐藤 2010）、こうした相違が生じる背景を考える上でも、産出する黒曜石の質やサイズ、産地間の距離、産地と石器群との関係を理解することは重要である。

遺跡出土資料の産地分析のみならず、北海道の黒曜石産地の形成過程に関する地質学的検討や主要黒曜石産地の放射化分析・EPMA・EDXRF等による化学組成データが蓄積されつつある（出穂ほか 2008、和田・佐野 2011）。こうした状況を鑑み、本稿では、これまで得られてきた北海道の後期旧石器時代遺跡出土黒曜石製遺物の産地同定分析結果を集成し、遺跡出土遺物の産地構成から、地域別・石器群別に黒曜石利用形態の通時的な変化を地域間で比較することを試みた。

2. 対象資料と方法

(1) 分析対象の資料

2012年4月までに発表された北海道における後期旧石器時代遺跡出土の黒曜石製石器の産地分析データを集成した。集成作業によれば、産地分析が行われた遺物の総点数は6,368点で、遺跡数は83遺跡である。このうち、本稿で分析対象としたのは5,323点、80遺跡である。分析対象から除外したのは蘭国橋遺跡（遺物材料研究所 2010a、太田ほか 2010）、川東 16 遺跡（遺物材料研究所 2010b、太田ほか 2010）の一部と納内 9 遺跡（藁科 2003a、葛西 2003）、南丘 4 遺跡（藁科 2000d、太田ほか 2000）、前サンル 1 遺跡（遺物材料研究所 2007b、佐川ほか 2007）の全点である（表 21）。縄文時代の石器と混在しているため時期判定が不確実な資料は除外し、細石刃や細石刃核など明らかに後期旧石器時代に含められるもののみを分析対象とした。

表 21-1 分析対象とした北海道後期旧石器時代遺跡の一覧

地域	No.	遺跡名	石器分析点数	出土点数	白滝産	釧路産	十勝産	赤井川産	小規模産地	不明	分析文献	報告文献
白滝	1	服部台2	1-1	3	7	2			ケシヨ1		薬科2007	直江・鈴木2007
			2-B-2	3	不明	2		1				
			2-C-1	3	不明	3						
			2-C-3	5	1022	5						
			2-C-4	1	不明	1						
			2-C-5	6	10173	6						
			2-C-8	23	30959	14	6	1	ケシヨ2			
			2	27	67747	20	3	3		1		
	2	白滝服部台	1-2	7		3	2		ケシヨ1	1	明治大学古文化財研究所2011	杉原・戸沢1975
			2-B-2	8		7				1		
			2-C-1	67		61	1		名寄1	4		
			2-C-5	9		9						
			2-C-8	2		1	1					
			2	78		73				5		
			1-2	1905		1509	11	3	1名寄7、ケシヨ3	371		
			2									
	3	奥白滝1	1-1	9	1289	8			ケシヨ1		薬科2002a	長沼他2002
			2-C-3	15	2706	15					薬科2002a、2007	長沼他2002、直江・鈴木2007
			2-C-8	28	58020	19	6	1		2		
	4	上白滝2	1-2	8	29939	4	2	1	ケシヨ1		薬科2001a	長沼・鈴木2001
			2-B-1	5	5888	5						
			2-C-2	3	1799	2	1					
			2-C-5	2	5766	2						
	5	上白滝5	2-C-8	5	35538	5					薬科2002a	長沼他2002
			2-B-1	3	94	3						
			2-C-5	27	9758	21	3		ケシヨ3			
	6	上白滝6	2-C-8	14	11315	14					薬科2001	長沼・鈴木2001
			2									
	7	上白滝7	1-2	54	2339	54					薬科2000e	長沼他2000
			2-C-8	11	1987	11						
	8	上白滝8	1-1	34	8965	34					薬科2004b、2006	長沼他2004、鈴木・直江2006
			1-2	7	51853	7					薬科2006a	鈴木・直江2006
			2-A-1	1	不明	1					薬科2004b	長沼他2004
			2-A-2	10	26522	9			ケシヨ1			
			2-A-3	1	不明	1						
			2-C-4	6	2788	3	1			2		
			2-C-5	3	28783	3						
			2-C-8	15	65023	8	3	2	ケシヨ2			
			2	17	206818	17					薬科2004b、2006	長沼他2004、鈴木・直江2006
			1-2	12	215783	4	6	1	ケシヨ1			
	9	白滝3	2-C-5	33	1009	32		1			遺物材料研究所2007a	鈴木・直江2007
			2-C-8	4		4						
			2	5	41271	3			ケシヨ2			
			1-2	16		11	1		ケシヨ4			
	10	白滝8	2-B-2	5	138	5						
			2	4	4030	4						
	11	白滝18	2-C-8	41	23331	40				1		
			2									
	12	白滝第30地点	2-B-2	2	6085	2					井上2003	松村・瀬下2003
			2-C-5	4	4835	4						
			2-C-6	1	1109				ケシヨ1			
			2-C-8	3	8954	2	1					
			2	11	71249	5	1		ケシヨ4	1		
			1-2	8		3			ケシヨ4	1		
	13	ホロカ沢1	2-C-4	3	2185	3					遺物材料研究所2011b	坂本2011
			2-C-8	2	10237	1		1				
			2	20	115574	19	1					
	14	北支湧別4	1-2	7		7					薬科2001	長沼・鈴木2001
			2-C-8	2	6559		2					
	15	旧白滝5	1-1	4		4					遺物材料研究所2008a	直江2008
			2-A-2	15	32731	14			ケシヨ1			
			2-C-2	1		1						
			2	44	261571	41		1	ケシヨ1、近1			
	16	旧白滝15	1-2	7		7					遺物材料研究所2012a	直江2012
			2-A-1	7	12961	3			ケシヨ4			
			2-B-2	5		5						
			2-C-4	13	10079	11		2				
			2-C-7	1					ケシヨ1			
			2-C-8	3	12318	2	1					
	17	旧白滝16	2	5	35541	5					遺物材料研究所2009	直江2009
			1-2	13		1	2	4	ケシヨ6			
			1-1	7	1807	2			ケシヨ5			
			2	140	148	45	71	1	ケシヨ1	22		
			2	119	653	58	30	5	ケシヨ3	23		
			20	豊岡7	107	>114	83	2	ケシヨ1	21		
北見	21	広郷8	1-1	9		1	7			1	薬科・東村1985c	宮1985
			1-2	4	14218	4						
			1-2	7		7						
	22	広郷丸山	2-C-2	10	276		10				薬科・東村1984	大場・近堂・柳原・宮1984
			2-C-7	40	40	1	30	1		8		
	24	北上4	2-B-2	21	3055		17	4			薬科・東村1984	大場・近堂・久保・宮1984
			2-C-4	4	380		4					
			2-C-8	5	153		5					
			2	20	1095	1	18	1				
	25	蘭国橋	2	5	(3232)		5				遺物材料研究所2010a	太田他2010
			2-B-2	3			1		ケシヨ1	1		
	26	川東16	2-C-2	1			1				遺物材料研究所2010b	太田他2010
			2-C-4	2	(32889)		1	1				
			2-C-7	2			1			1		
			2	75		4	60	1	ケシヨ6	4		
	27	川東3	2-B-2	1			1				遺物材料研究所2011c	太田他2011
			2-C-5	13	(26639)	3	7	3				
			2	43		12	24	2	ケシヨ5			

表中のNo.は、図1～5、9～12の分布図の遺跡番号に対応している
出土点数の()は、他時期の点数を含む

Ⅲ -A: 北海道の後期旧石器時代における黒曜石産地の開発と黒曜石の流通

表 21-2 分析対象とした北海道後期旧石器時代遺跡の一覧

地域	No.	遺跡名	石器群	分析点数	出土点数	白滝産	釧路産	十勝産	赤井川産	小規模産地	不明	分析文献	報告文献	
北見	28	北進	2-A-2	120	2126	10	85	5			20	葦科1998b	菅野・久保1980、太田1998	
	29	紅葉山	2-C-3	106	2185	2	70			ケシヨ34		本研究	藤本1964	
			2-C-5	6		6								
			2	13		2	5		ケシヨ6					
	30	吉井沢B地区	2-C-7	10	1157		7	1			2	葦科・東村1984	大場他1983	
		吉井沢東大調査	2-C-7	22	13694	3	15			ケシヨ3	1	本研究	佐藤幅2009b	
	31	置戸安住	1-2	14	>40,000		11	2				1	杉原他2009、豊原・坂井2011	戸沢1967、豊原・坂井2011
			2-B-1	18		2	14				2			
			2-C-1	17		1	14	1	ケシヨ1					
			2-C-2	9			7				2			
2-C-3			10			5	5							
2-C-4			3	1		2								
2-C-8			1			1								
			2	23		3	17	2			1			
		1・2	377		5	279	17	1	ケシヨ3	72				
十勝	32	ユクエビラチャシ跡	2-C-1	1	不明					ケシヨ1	葦科2001b	石橋他2001		
	33	下幌呂15	2-C-8	1	2			1			葦科2006b	山本2006		
	34	北斗	2-C-8	1	1484	1					奥水1994	松田1994		
	35	居辺16	2-C-5	2	2124			2			近堂・柳原1985a	辻・宮1985		
	36	居辺17	2-C-6	12	29549			12			吉谷・水舟2001	大矢2001		
	37	空港南A	1-1	2	30	1		1			葦科1993	後藤・富川1983		
	38	空港南B	2-B-2	3	898			3			近堂1986	佐藤・北沢1986a		
	39	若葉の森	1-1	6	9701			6			葦科2004a	北沢他2004		
	40	大空	2-C-6	5	3997	1	1	2	1		東村・葦科1995	北沢1993		
	41	稲田1	1-1	7	163			7				葦科1997	北沢・山原1997	
			1-2	3	43		3							
			1-5	14	19326		4	10			近堂・葦科1998a	北沢他1998		
	42	川西C	2-C-4	6	608			3	2		1	葦科2000a、2002c	北沢2000	
	43	南町1	2-C-5	14	30227		1	11			2	葦科・東村1995、葦科1997、葦科2002c	北沢・山原1995	
	44	南町2	1-1	6	2228			5			1	葦科・東村1995		
			2-B-1	4	574	4					葦科1997			
			2	4	652			2	2		葦科・東村1995			
	45	暁	2-B-1、 2-B-2	70	>14186	30	10	30				葦科1993、東村・葦科1995	佐藤・北沢1985、佐藤・北沢1986b、北沢1988、1989	
			2-C-2	1			1						北沢1988	
	46	落合	2-C-5	22	7069	6		16				葦科1993、1999a、2002c、東村・葦科1995	北沢1992、山原1999、2002	
47	札内N	1-1	7	589			7				近堂・葦科2000b	大矢2000		
48	札内K	2-C-8	10	51084		8	2				近堂・葦科2000a	笹島・大矢2008		
		2-C-5	14	1055	4	10			遺物材料研究所2008b					
49	日新F	2	2	95			2				福井2005	大矢他2005		
50	上似平	2	3	478			3				近堂・葦科1999	森内1999		
51	勢雄	1-1	3	39			3				葦科2002b	明石・後藤1978		
		2-B-1	30	488	16		14							
52	香川	2-C-4	1	419			1				鶴丸1977	辻1977		
53	北伏古2	2-C-7	25	3092		1	24				遺物材料研究所2012b	村田他2012		
54	共栄3	2	8	974	6		2				葦科2000b	佐川・影浦2000		
上川	55	東麓郷1	1-1	33	1539			33				葦科1992	越田他1992	
			1-2	5	1086		1	4						
	56	東麓郷2	2-C-8	79	2744	3	14	17			45	葦科・東村1987b	杉浦1987	
			2-C-4	1	1					1				
	57	桜岡5	2-C-6	123	4603	101					22	吉谷2001	友田他2001	
	58	嵐山2	2	5	468	5					2			
	59	日東	2-C-7	32	1750	25	2			近文台3	2	葦科・東村1987a	西田他1987	
	60	東町	2-C-2	20	2708	1	11				8	明治大学古文化財研究所2009	木村1985、札幌大学木村英明ゼミナール1987	
	61	日進2	2-B-2	1	2	1						葦科2000f	熊谷他2000	
			1-2	13	23	2	2	2	3	近文台1	3			
		2-B-2	12		10					2	奥水1988a、葦科・東村1988a	鈴木1988、坂本2003		
		1・2	62	1324	36	2	3	2	名寄11	8		鈴木1988		
石狩低地帯	62	上幌内モイ	2-B-1	134	1412	8		112	1		13	本研究	乾他2006	
	63	美々4	1-1	1	1			1				近堂1985	森田他1985	
			2	2	10			2						
	64	祝梅三角山	1-1	12	211	2		10				奥水1981	横山・吉崎1974	
	65	柏台1	1-4	13	29213	4			8			葦科1999b	福井・越田1999	
	66	アンカリト7	2-B-2	3	23	3						竹原2010	三浦他2010	
	67	オルイカ2	2-C-2	12	2030			12						
	68	キウス5	2-B-1	5	2671	2		1			2	葦科2003b	阿部他2003、2005	
	69	キウス7	2	15	494			14			1	葦科1998c	熊谷・鎌田1998	
	70	オサツ16	2-B-2	16	396			13	1		2	葦科1998d	皆川・笠原1998	
	71	ユカンボシE10	2-B-2	12	2260	5		4	3			近堂・葦科1998b、葦科1997	大島1997、1998	
			2-C-7	8	32266				8			葦科1997		
	72	ユカンボシC15	2-B-2	14	43				14			葦科1998a	越田・末光1998	
	73	都	1	3	3	2		1				葦科1999c	西田他1999	
道南	74	栄町5	2	10	5173			10				葦科2000c	佐川2000	
	75	オパールベツ2	2-C-8	1	1			1				奥水1990b	長沼他1990	
			1-3	1	127			1			葦科・近堂2000	大島他2000		
		2-A-1	3	4305			3			葦科2002d、葦科・近堂2000	大島他2000、佐藤2002			
		2-A-1	3	63412			3							
	76	美利河1	2-C-5	8	4832	1		6			1	葦科・東村1985b	長沼他1985	
			2	107	110316	8	4	1	92		2			
	77	神丘2	1-2	1	1466			1				奥水1990a	寺崎1990	
	78	石川1	2-C-4	4	6229	1		1	1		1	奥水1988b	長沼他1988	
			2-C-1	6	8781	6								
79	新道4	2-A-2、3	26	23263				12		14	葦科・東村1988b	大沼他1988		
80	湯の里4	1-1	1	約20,000			1				葦科・東村1985a	畑1985		
		2-B-2	105		12		52	3	38					
		2-C-8	1		1									
計				5323	約1,589,808	2678	1041	501	224	139	740			

凡例

1	後期旧石器時代前半期	2	後期旧石器時代後半期	2-B-1	札滑型細石刃石器群	2-C-4	小形舟底形石器1類石器群
1-1	台形棒石器群	2-A	前期前葉細石刃石器群	2-B-2	峠下型2類細石刃石器群	2-C-5	小形舟底形石器2類石器群
1-2	広錐型尖頭形石器群	2-A-1	蘭越型細石刃石器群	2-C	後期細石刃石器群	2-C-6	忍路子型1類細石刃石器群
1-3	基部加工尖頭形石刃石器群	2-A-2	峠下型1類細石刃石器群	2-C-1	白滝型細石刃石器群	2-C-7	忍路子型2類細石刃石器群
1-4	嶋木型石器群	2-A-3	美利河型細石刃石器群	2-C-2	広錐型細石刃石器群	2-C-8	尖頭器・有茎尖頭器に関連する石器群
1-5	川西C型石刃石器群	2-B	前期後葉細石刃石器群	2-C-3	紅葉山型細石刃石器群		

表 22 本稿で使用する産地名称

本研究で使用する産地名称	各分析者による産地名称
白滝	赤石山、白滝I・II、八号沢、白土沢、赤石山I・II、赤石山系A・B、幌加沢、あじさい滝、十勝石沢系A・B、十勝石沢系:aj・na
十勝	十勝三股、美蔓、十勝I・II、上士幌・美蔓系A
置戸	置戸山、所山、北所山、所山系、所山III
赤井川	赤井川
近文台	近文台
豊泉	豊泉
名寄	名寄系A
ケショマップ	留辺蘂I・II、厚和49林班、ケショマップ第1・2群、ケショマップ系
不明	常呂川第4群
	KS遺物群:キウス4遺跡A-R地区
	HS1、2遺物群:北進遺跡
	FR1、2、3遺物群:東麓郷1、2遺跡
	札幌K19遺物群:K39遺跡

北海道の後期旧石器時代遺跡で使用された石器石材には、珪質頁岩・チャート・メノウ・玉髄・安山岩等も活用されているが、黒曜石は主体的に使用された石材である。現在まで膨大な量の黒曜石製石器が得られているが、それに比して、産地分析に供された資料はきわめて少ない。北海道の旧石器時代の遺跡数は、2010年2月現在で861遺跡とカウントされている（日本旧石器学会2010）ので、黒曜石産地分析データのある遺跡は、全体の9.3%にすぎない。分析点数の比率は、さらに減少する。従って、本稿の分析結果は、その一部のパターンを表しているにすぎないというが、少なくとも概括的な傾向を示唆するものと捉えることが可能である。今後の本格的な黒曜石産地分析を展望する先駆けとして位置付くものと考えている。

(2) 黒曜石産地

現在、北海道の考古学的黒曜石産地は21箇所確認されている（出穂ほか2008）が、後期旧石器時代に利用された産地は8箇所だけである（表22）。このうち、大規模産地と呼べるものは、白滝・十勝・置戸・赤井川の4産地で、残りのケショマップ・近文台・名寄・豊泉は小規模産地に属する。

産地分析結果について、分析者によって産地の呼称やその示す範囲は異なるため、出穂ほか（2008）に準拠して、旧石器時代に利用された産地名称について、表22の通りに統合した。本稿の目的が、後述する地域間で通時的に認められる黒曜石の利用形態の変化を扱うため、産地内の細別された露頭・一次散布地等の違いは、今回は検討対象としなかった。このため、白滝産地については、赤石山系から産出する黒曜石は露頭の違いに係らず同じ地域に産出するものとして扱い、白滝産として統合した。置戸産地、ケショマップ産地についても同様である。美蔓産黒曜石についても、十勝産地に統合した。美蔓産黒曜石は十勝川・然別川の上流部に分布しており、十勝三股産黒曜石の分布範囲である十三の沢・音更川・十勝川中流部とは異なるものの、その分布範囲は広範であるため、十勝産として統合した。表22で不明とされている産地のうち遺物群とされているものは、藁科哲男（藁科1992ほか）によって設定されたものであり、従来の産地と判断できない遺物がまとめられているため、不明とした。常呂川第4群についても、常呂川河床礫から採集されたサンプルに基づく仮設の産地グループであり、産地を特定できないため不明とした。

(3) 石器群と編年、地域区分

分析にあたり、分析資料の帰属石器群・時期・地域を決定する必要がある。初めに、編年に基づいて石器群を区分する。北海道の後期旧石器時代の石器群は、前半期（35-25 cal ka BP）と後半期（25-10

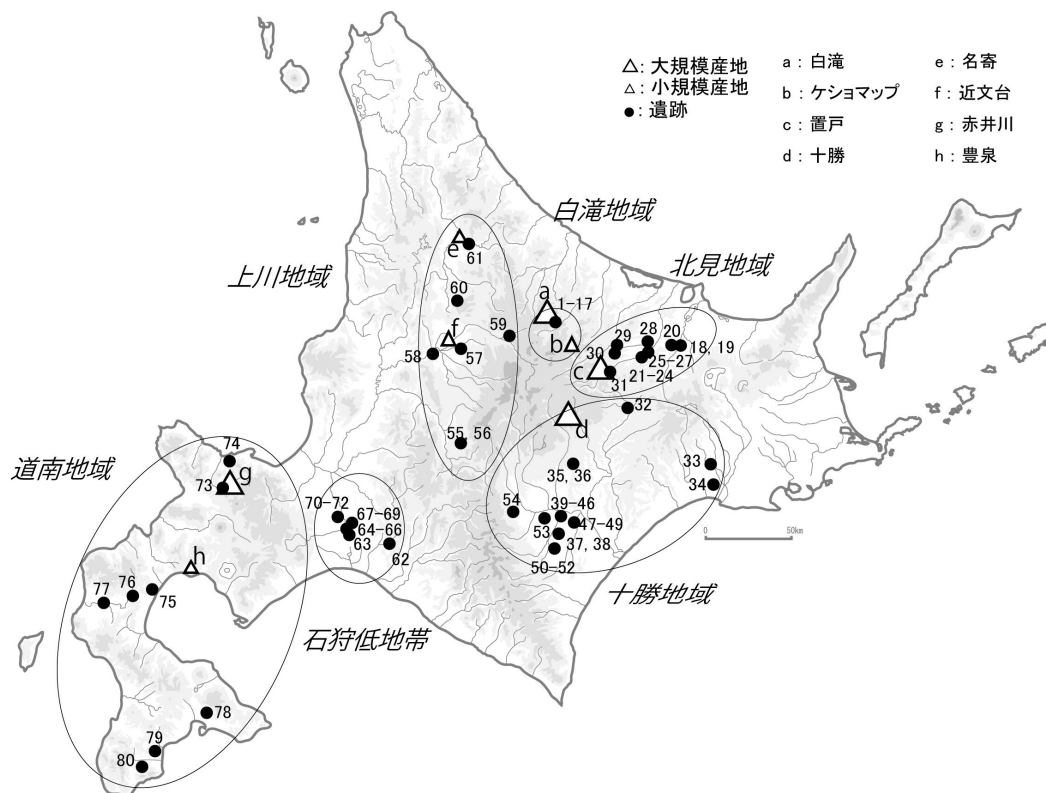


図 60 分析対象とした北海道後期旧石器時代遺跡・地域・黒曜石産地の地理的分布
a～h: 黒曜石産地、数字: 表 21 の遺跡 No. に対応

cal ka BP) に区分される (佐藤 2003)。更新世の日本列島は、大陸に陸接した北海道 (古北海道半島) と、本州・四国・九州が合体した古本州島の二つの陸塊から成立していた (佐藤 2005a) ため、古本州島の後期旧石器時代の時代区分は、北海道のそれとは大きく異なる。古本州島の後期旧石器時代は、前半期 (38-29 cal ka BP)・後半期 (29-18 cal ka BP)・終末期 (18-16 cal ka BP) に三区別されると考えられる (Sato in press) ので、前半期/後半期の移行年代が古本州島と北海道では異なり、さらに古本州島では、16-10 cal ka BP の期間は縄文時代草創期に相当するが、北海道では細石刃石器群 (後期細石刃石器群期) が継続すると考えられる (山田 2006、佐藤ほか 2011)。

後期旧石器時代前半期は細石刃石器群出現以前の石器群、同後半期は各細石刃石器群と尖頭器・有茎尖頭器に関連する石器群を主体とする。編年上の分析の単位は、これらの石器群とする。前半期には、広郷型尖頭形石器群・基部加工尖頭形石刃石器群・台形様石器群・川西 C 型石刃石器群・嶋木型石器群が含まれる。「白滝 I 群」 (直江 2004) については、台形様石器群をはじめ多様な石器群が含まれているため、いずれかの石器群に帰属させることが難しいので、特定の石器群ではなく前半期石器群として一括して扱う。ただし、旧白滝 5 遺跡 (直江 2008、遺物材料研究所 2008a)・服部台 2 遺跡 (直江・鈴木 2007、藁科 2007) については、分析された資料が明らかに台形様石器と判断できるため、台形様石器群とした。柏台 1 遺跡 (福井・越田 1999) の「不定形剥片石器群」については、蘭越型細石刃石器群に伴うものか否かが議論されているが、ここでは前半期の「嶋木型石器群」として扱った。

後期旧石器時代後半期は、前期前葉細石刃石器群期 (25-21 ka cal BP)、前期後葉細石刃石器群期 (19-16 ka cal BP)、後期細石刃石器群期 (16-10 ka cal BP) に細分した。前期前葉細石刃石器群期として蘭越型・峠下型 1 類・美利河型細石刃石器群、前期後葉細石刃石器群期に札幌型・峠下型 2 類細

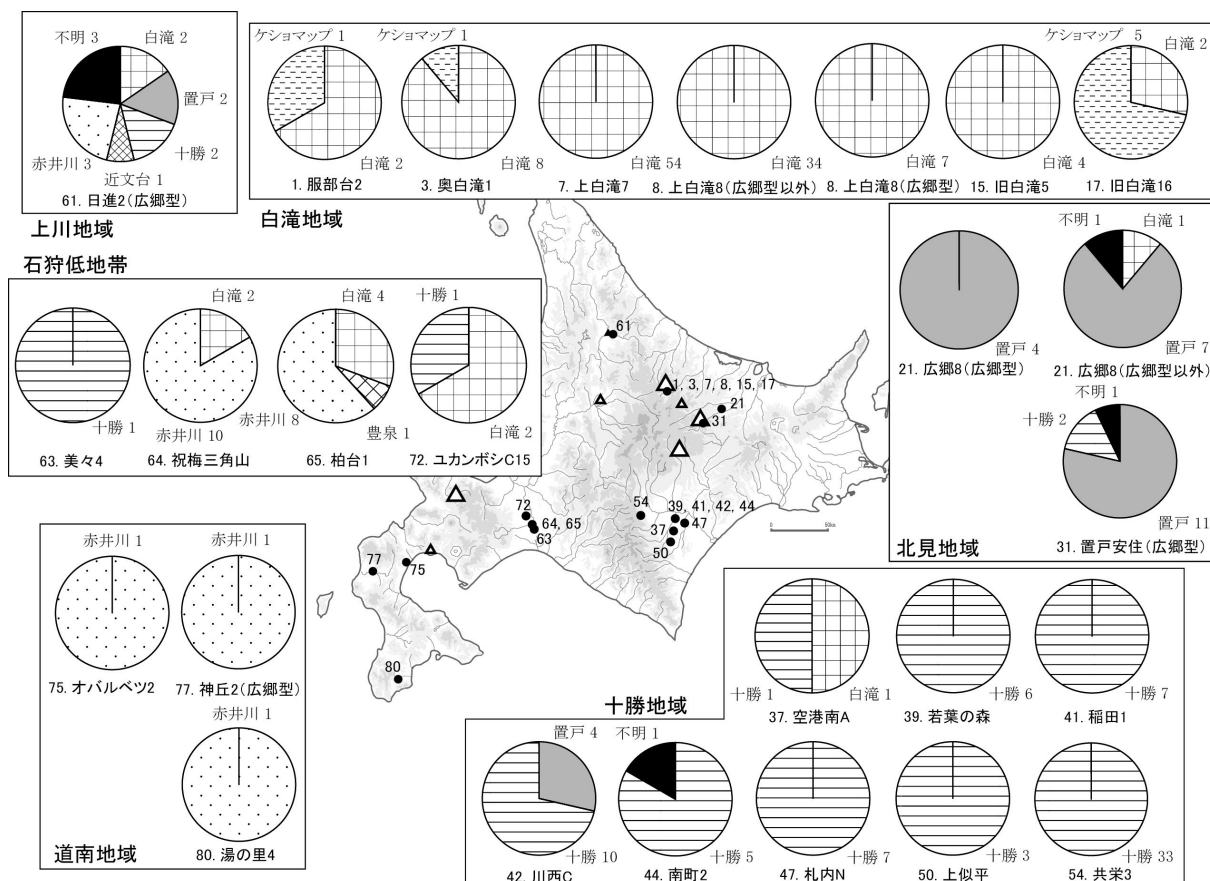


図 61 北海道後期旧石器時代前半期の遺跡に見られる産地別黒曜石の利用頻度
円グラフの各産地名に付した数字は分析点数。以下同じ

石刃石器群、後期細石刃石器群期に白滝型・忍路子型 1 類・同 2 類・広郷型・紅葉山型細石刃石器群、小形舟底形石器 1 類・2 類石器群、尖頭器・有茎尖頭器に関連する石器群が含まれる。後半期石器群の編年および年代観と細石刃核の分類については、山田（2006）に準拠する。

ただし、尖頭器・有茎尖頭器に関連する石器群については、複数石器群が重複しているため本来の石器群帰属がわからない遺跡でも、有茎尖頭器が産地分析資料とされている場合には、単独で分析対象とした。

後期旧石器時代後半期の石器群のデータには、個別石器群の分析データに加えて、こうした単独資料のデータや後半期とだけ判別可能なデータも含んでいる。細石刃核など石器群の帰属を判断できる遺物が存在せず、ブロックとしての空間的まとまりや接合関係のない状態で出土した資料については、細石刃や特徴的な形態の彫器など、明らかに後半期の遺物と判断できるものは後半期石器群として扱う。個別の石器群の円グラフ中になく産地が後半期石器群の円グラフに出現するのは、そのためである（図 62）。後半期か判断できないものは後期旧石器時代の所産と考えるが、石器群毎の分析の対象とはしない。白滝服部台遺跡（明治大学古文化財研究所 2011）と置戸安住遺跡（杉原ほか 2009）のうち、石器群の帰属が確認できた資料以外は後期旧石器時代の所産と見なした。また、大形舟底形石器は、石器群として単独で存在するものではなく、小形舟底形石器群や各種の細石刃石器群に伴うものと考えられる。幌加型細石刃核についても同様で、前期前葉から後期まで、全ての細石刃石器群に伴うものである。従って、両者を個別の石器群とは扱わず、後半期石器群に含めた。

扱う地域については、遺跡分布の傾向に基づいて、十勝地域・北見地域・白滝地域・上川地域・石

狩低地帯・道南地域の6地域に区分し、その範囲について図60に示した。分析対象とした遺跡名と石器群は、表21の通りである。各地域や遺跡で利用されている産地を説明する時には、常に多く利用されている順に記述する。各円グラフ中の数字は、分析点数を示している。

3. 黒曜石産地利用形態の通時的変遷

(1) 後期旧石器時代前半期(図61)

白滝地域 白滝地域では、直近の大規模産地である白滝産が最も多く利用される。二番目に多く利用される産地は、直近の白滝産の次に近い小規模産地であるケショマップ産となり、旧白滝16遺跡では、ケショマップ産の方が多く利用される特徴がある(遺物材料研究所2009)。

北見地域 北見地域では、直近の大規模産地である置戸産が最も多く利用される。二番目に多く利用される産地は、直近の置戸産の次に近い産地であるケショマップ産は用いられず、十勝産・白滝産が利用される。ただし、本時期の北見地域の遺跡で産地分析が行われた遺跡は、広郷8遺跡(近堂・柳原1985b)・置戸安住遺跡(戸沢1967、杉原ほか2009)の二例のみであるので、全体の傾向が反映されていない可能性がある。

十勝地域 十勝地域では、直近の大規模産地である十勝産が最も多く利用される。二番目に多く利用される産地は、置戸産である。

上川地域 日進2遺跡(鈴木1988)で広郷型尖頭形石器群が出土しており、赤井川産が最も多く、白滝産・置戸産・十勝産が続き、近文台産も検出されている(坂本2003)。多産地で構成されるのは、特徴的と言えよう。

石狩低地帯 祝梅三角山遺跡(興水1981)と柏台1遺跡(藁科1999b)で直近の大規模産地である赤井川産が多く利用される傾向にあるが、美々4遺跡(近堂1985)では十勝産のみが用いられ、ユカンボシC15遺跡(藁科1999c)では白滝産、次いで十勝産が用いられる。さらに、祝梅三角山遺跡と柏台1遺跡においても二番目に多く利用される産地は、遠隔地の白滝産であり、石狩低地帯では、必ずしも直近の大規模産地である赤井川産が最も多く利用されるとは限らないことが指摘できる。本地域の産地構成も多様と言えよう。

道南地域 道南地域では、直近の大規模産地である赤井川産のみが用いられる。

(2) 後期旧石器時代後半期(図62～71)

後期旧石器時代後半期全体の様相を説明した後、後半期を前期前葉・前期後葉・後期の3つの細石刃石器群期に細別した場合の様相について述べる。

白滝地域 白滝地域では、後半期全体では直近の大規模産地である白滝産の利用頻度が非常に高く、次いで置戸産・ケショマップ産・十勝産・赤井川産など複数の産地の黒曜石が持ち込まれており、名寄や近文台といった小規模産地産黒曜石の利用も見られる(図62)。細別時期ごとの利用傾向の変遷を見ると、前期前葉細石刃石器群期(図63)で白滝産・ケショマップ産、前期後葉細石刃石器群期(図64)で白滝産・十勝産・赤井川産、後期細石刃石器群期(図67～71)で白滝産・置戸産・ケショマップ産の順となる。

北見地域 北見地域では、後半期全体では直近の大規模産地である置戸産が最も多く利用され、続いて白滝産・ケショマップ産・十勝産の順となる(図62)。また、細別時期では、前期前葉細石刃石器群期(図63)(北進遺跡[藁科1998b]の一例のみ)で置戸産・白滝産・十勝産、前期後葉細石刃石器群期(図64)で置戸産・白滝産・十勝産、後期細石刃石器群期(図67～70)で置戸産・ケショマップ産・白滝産の順に多く用いられる。

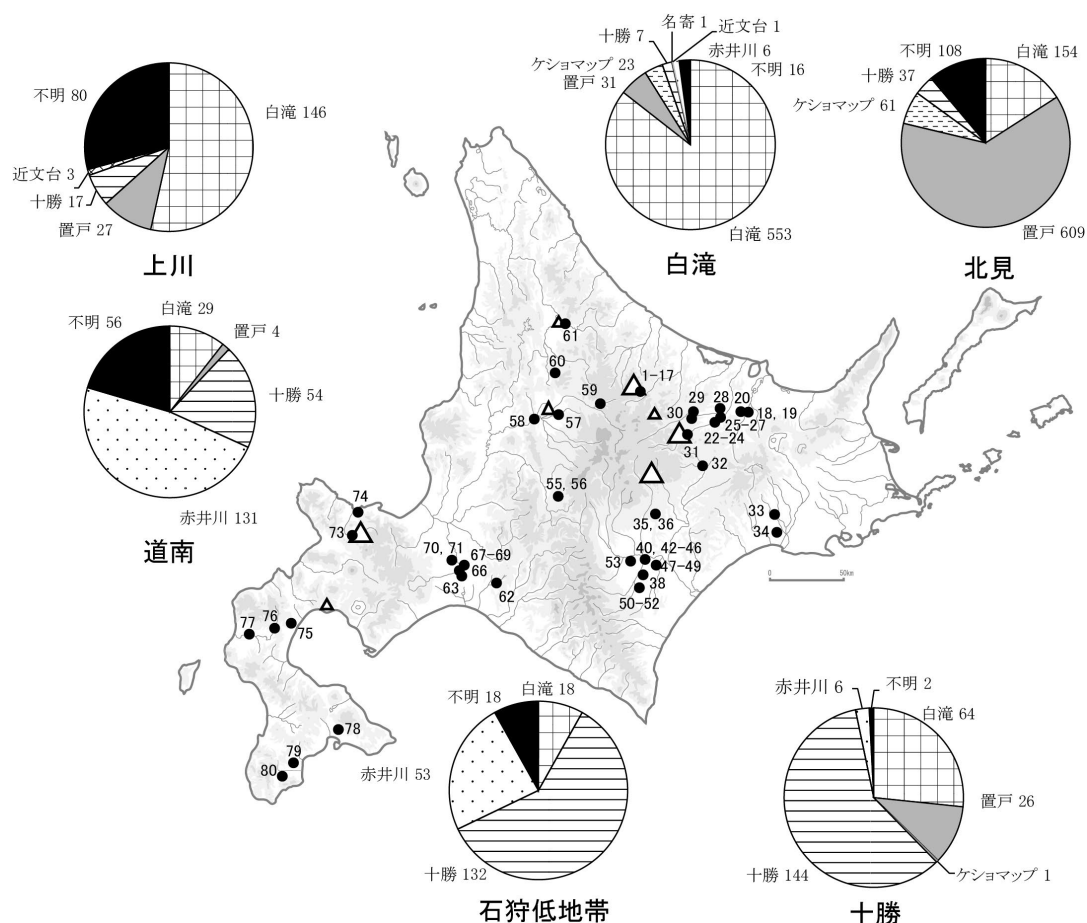


図 62 北海道後期旧石器時代後半期の各地域に見られる産地別黒曜石の利用頻度

十勝地域 十勝地域では、後半期全体では直近の大規模産地である十勝産が最も多く利用され、続いて白滝産・置戸産・赤井川産の順となる（図 62）。細別時期ごとの利用傾向の変遷を見ると、前期前葉細石刃石器群期（図 63）で産地分析例がなく、前期後葉細石刃石器群期（図 64）で白滝産・十勝産・置戸産、後期細石刃石器群期（図 67～70）では十勝産・白滝産・置戸産の順である。前期後葉細石刃石器群期に白滝産黒曜石が十勝産よりも多く用いられ、全体の傾向も同様に白滝産が二番目に多く用いられているように見えるのは、同時期の分析点数の偏りによるためと考えられる。

上川地域 上川地域では、後半期全体では直近の大規模産地である白滝産が最も多く利用され、次いで置戸産・十勝産の順となり、名寄産や近文台産といった近隣の小規模産地産黒曜石も利用されている（図 62、表 21）。前期前葉細石刃石器群期では産地分析例がなく、前期後葉細石刃石器群期では白滝産のみとなり（図 64）、後期細石刃石器群期で白滝産・置戸産・十勝産の順となる（図 67、68、70）。

石狩低地帯 石狩低地帯では、後半期全体で十勝産が最も多く、次いで直近の大規模産地である赤井川産が多く利用される（図 62）。ただし、前期後葉細石刃石器群期における分析点数が他の時期と比較して多いため、同時期に多く利用されている十勝産・赤井川産の割合が全体の傾向に反映している可能性がある。前期後葉細石刃石器群期では十勝産、次いで赤井川産・白滝産が利用され（図 64）、後期細石刃石器群期では赤井川産のみで構成される（図 67・68）。

道南地域 道南地域では、後半期全体では直近の大規模産地である赤井川産が最も多く、次いで十勝産・白滝産の順に利用されているが、赤井川産地近辺の遺跡（都遺跡 [藁科 2000c]、栄町 5 遺跡 [興

Ⅲ -A: 北海道の後期旧石器時代における黒曜石産地の開発と黒曜石の流通

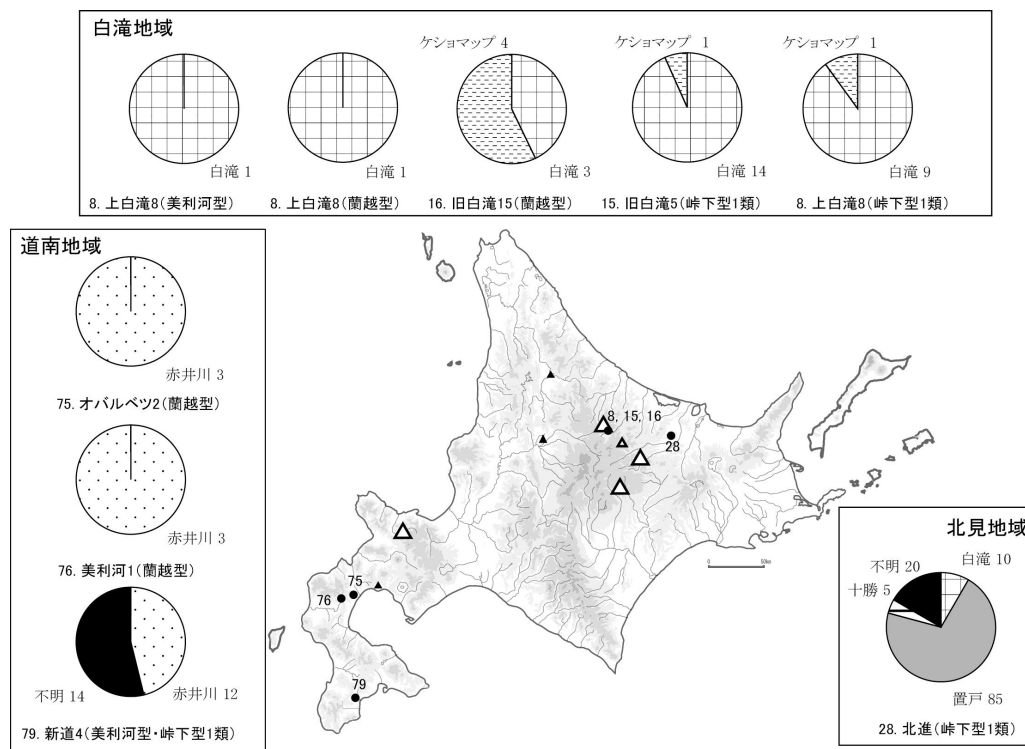


図 63 北海道前期前葉細石刃石器群期の遺跡に見られる産地別黒曜石の利用頻度

水 1990b) では、赤井川産のみが利用される (図 62)。前期前葉細石刃石器群期では赤井川産 (図 63)、前期後葉細石刃石器群期では湯の里 4 遺跡 (藁科・東村 1985a) の一例だけであるが十勝産が多く、次いで白滝産・赤井川産となり (図 64)、後期細石刃石器群期では赤井川産・白滝産・十勝産の順となる (図 67～70)。

4. 前期前葉・前期後葉・後期細石刃石器群期における黒曜石利用形態

後期旧石器時代後半期に認められる黒曜石の利用形態は、細別時期や個別石器群ごとに特有の傾向を示すため、より詳細な分析を行う。なお説明の都合上記述が一部重複するが、寛恕されたい。

(1) 前期前葉細石刃石器群期 (図 63)

本時期には、蘭越型細石刃石器群・峠下型 1 類細石刃石器群・美利河型細石刃石器群が含まれる。産地分析例は白滝地域・北見地域・道南地域のみで、石狩低地帯・上川地域・十勝地域には遺跡は存在するものの、分析例がない。

白滝地域 白滝産地では、直近の大規模産地である白滝産に次いでケショマツ産が利用される。特に旧白滝 15 遺跡では、分析資料中に占めるケショマツ産の割合が他遺跡と比較して多い特徴がある (遺物材料研究所 2012a)。

北見地域 北見地域では一遺跡のみの分析例がある。北進遺跡では、直近の置戸産黒曜石のほか、白滝産・十勝産黒曜石など複数産地が利用される (藁科 1998b)。

道南地域 道南地域では、基本的に遺跡直近の大規模産地である赤井川産の黒曜石のみを利用し、他地域産は産地構成に含まれない傾向にある。

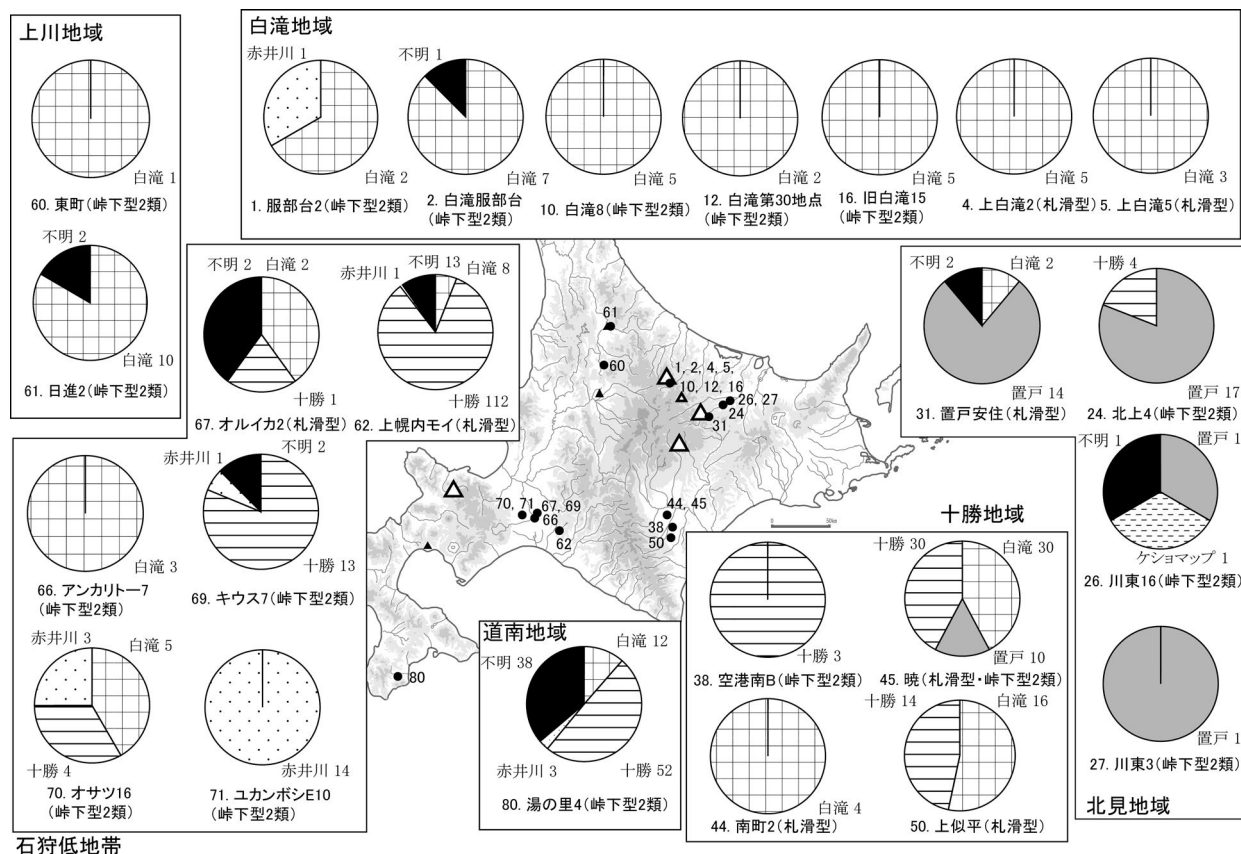


図 64 北海道前期後葉細石刃石器群期の遺跡に見られる産地別黒曜石の利用頻度

(2) 前期後葉細石刃石器群期 (図 64)

本時期には、札幌型細石刃石器群・峠下型2類細石刃石器群が含まれる。

白滝地域 直近の大規模産地である白滝産が最も多く利用される。本時期になって初めて、道央の赤井川産黒曜石が、脊梁山地を越えた道東まで搬入される傾向が開始される。また、白滝地域の遺跡で、それ以前の時期には高い割合で利用されていたケショマップ産が、本時期では分析例がないのは興味深い。

北見地域 直近の大規模産地である置戸産が最も多く利用され、次いで十勝産・白滝産・ケシヨマツ
 プ産の順となる。

十勝地域 十勝地域の遺跡では白滝産・十勝産・置戸産の順に多く利用される。ただし、遺跡によって産地構成に差がある。例えば、南町2遺跡では白滝産黒曜石のみの分析結果となっており（藁科・東村 1995）、暁遺跡では白滝産と十勝産がほぼ同じ程度利用される（藁科 1993、東村・藁科 1995）。一方、空港南B遺跡では十勝産のみで占められる（近堂 1986）。興味深いことに、南町2遺跡は札滑型細石刃石器群が出土しており、空港南B遺跡は峠下型2類細石刃石器群が、暁遺跡は札滑型細石

産地	札滑型細石刃核 (%)	峠下型2類細石刃核 (%)
白滝	14	1
十勝	86	18
置戸	0	81

図 65 暁遺跡出土細石刃核の産地別黒曜石の利用頻度

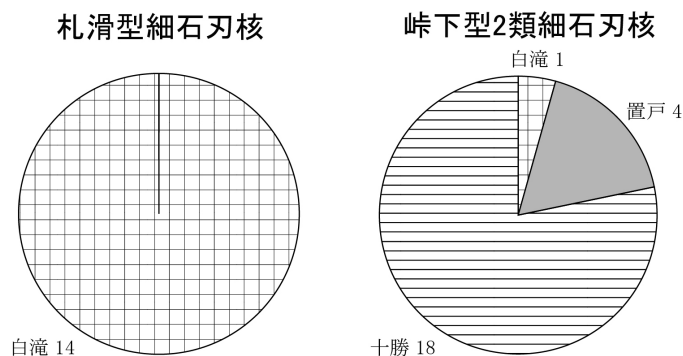


図 65 曉遺跡出土細石刃核の産地別黒曜石の利用頻度

刃石器群と峠下型2類細石刃石器群が共伴している。曉遺跡の細石刃核のみを抽出した産地分析結果を見ると、札滑型細石刃核は白滝産黒曜石のみから製作され（14点）、峠下型2類細石刃核は十勝産黒曜石から製作されるものが18点、置戸産黒曜石から製作されるものが4点、白滝産黒曜石から製作されるものが1点であった（北沢1996）（図65）。

直近の大規模産地である十勝産よりも、わずかではあるが白滝産の方が卓越して用いられているのは、分析点数上のバイアスも考慮せねばならないが、札滑型細石刃石器群が強く白滝産と結びついている傾向を顕著に示唆する。

上川地域 峠下型2類細石刃石器群を出土した日進2遺跡（興水1988a、藁科・東村1988a）、東町遺跡（藁科2000f）の分析例があり、ほとんど直近の大規模産地である白滝産によって占められる。

石狩低地帯 直線距離で170km離れた大規模産地である十勝産が最も多く、次いで直近の赤井川産、続いて白滝産の順に利用されている。札滑型細石刃石器群は、全地域にわたって白滝産と強く結びつくが、石狩低地帯では、白滝産とともに十勝産の利用が顕著である。直近の赤井川産を利用することは稀である。上幌内モイ遺跡では、本研究で実施した細石刃の産地分析の結果、十勝産76点、白滝産6点、赤井川産1点という構成となった（図66）。曉遺跡の場合と異なり、札滑型細石刃核を製作するにあたり白滝産以外の黒曜石、特に赤井川産が利用されていることに注目される。峠下型2類細石刃石器群では、十勝産・赤井川産を利用する比率が、札滑型細石刃石器群より高い。峠下型2類細石刃石器群が出土したユカンボシE10遺跡は、もっぱら赤井川産を利用している（藁科1998a）。

道南地域 峠下型2類細石刃石器群を出土した湯の里4遺跡一例のみであるが、十勝産が最も多く利用され、次いで白滝産・赤井川産の順となる²（藁科・東村1985a）。

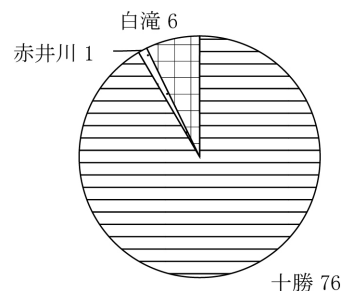


図66 上幌内モイ遺跡出土細石刃の産地別黒曜石の利用頻度

(3) 後期細石刃石器群期

本時期には、忍路子型1類細石刃石器群・同2類細石刃石器群・白滝型細石刃石器群・広郷型細石刃石器群・小形舟底形石器1類石器群・同2類石器群・尖頭器/有茎尖頭器に関連する石器群が含まれる。後期細石刃石器群期は、石器群毎に特有の黒曜石利用形態を発現しているため、石器群単位で説明する。

a. 広郷型細石刃石器群（図67）

白滝地域 主に直近の大規模産地である白滝産が用いられるが、上白滝2遺跡では、置戸産が持ち込まれている（藁科2001a）。

北見地域 北見地域の遺跡では、直近の大規模産地である置戸産の利用にほぼ限定される。

十勝地域 曉遺跡で1点のみ広郷型細石刃核が出土しており（北沢1988）、この産地分析結果は置戸産である（藁科1993、東村・藁科1995）。

上川地域 日東遺跡で、直近の大規模産地である白滝産ではなく置戸産が多く利用され、次いで白滝産が利用されている（明治大学古文化財研究所2009）。

石狩低地帯 アンカリトー7遺跡では、もっぱら直近の大規模産地である赤井川産が利用される（竹原2010）。

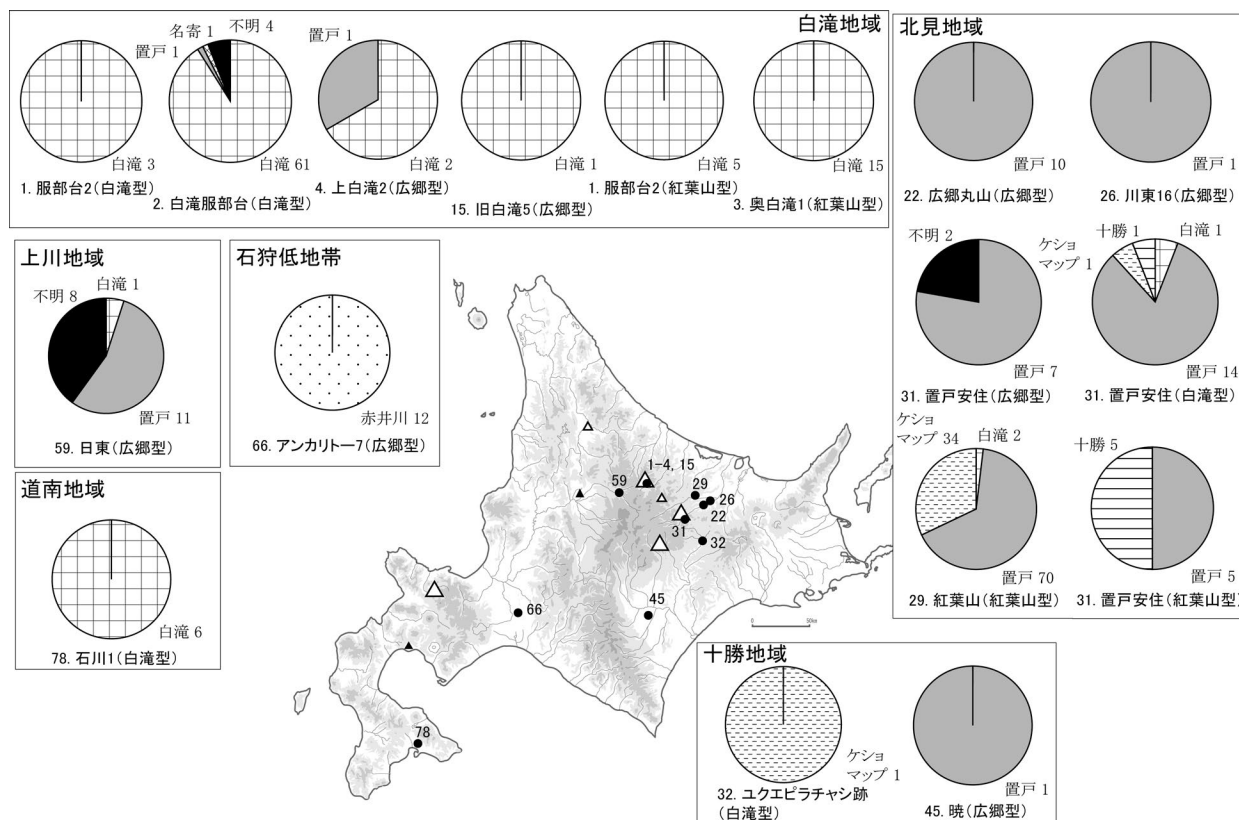


図 67 北海道後期細石刃石器群期の遺跡に見られる産地別黒曜石の利用頻度 (1):
広郷型・白滝型・紅葉山型細石刃石器群

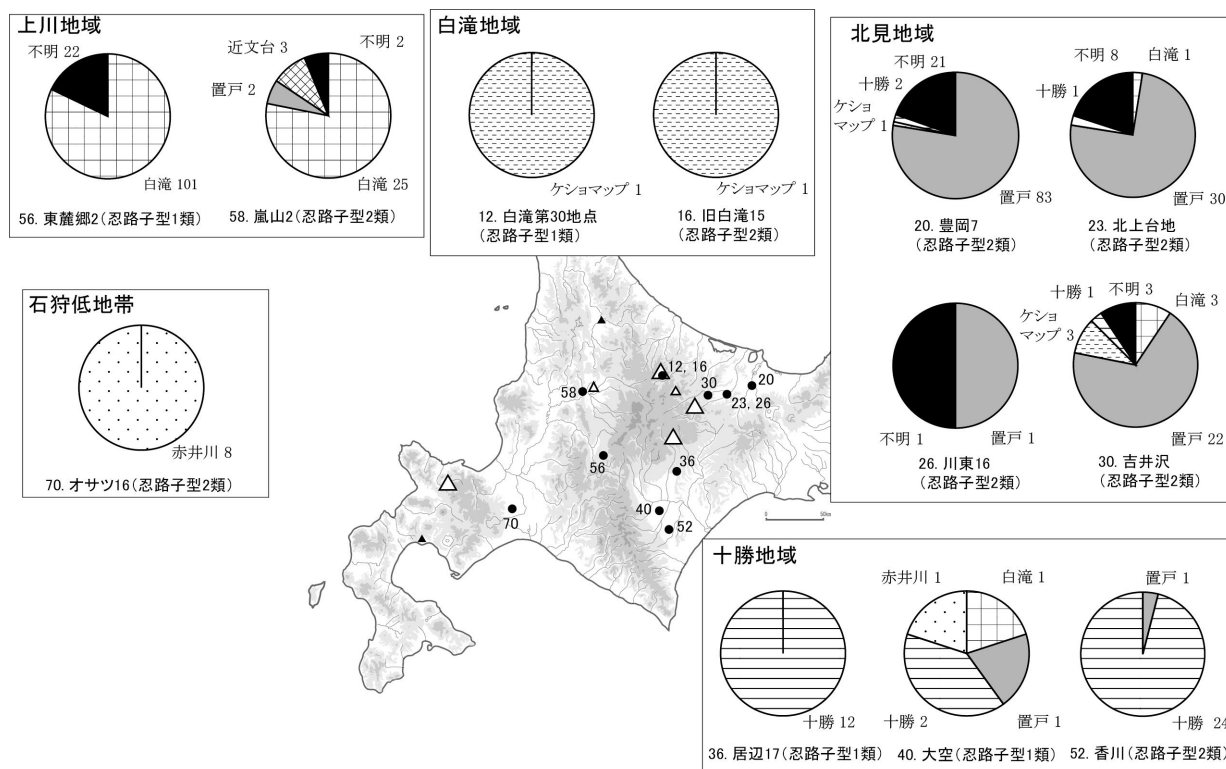


図 68 北海道後期細石刃石器群期の遺跡に見られる産地別黒曜石の利用頻度 (2):
忍路子型 1 類・2 類細石刃石器群

b. 白滝型細石刃石器群 (図 67)

分析例が 5 遺跡のみであるので、地域別ではなくまとめて記述する。道南端の石川 1 遺跡 (興水 1988b) や服部台 2 遺跡 (藁科 2007)・白滝服部台遺跡 (明治大学古文化財研究所 2011) では、白滝産が利用されている。一方、北見地域の置戸安住遺跡では、ほとんど置戸産で構成され、ケショマップ産、十勝産、白滝産が少数ずつ見られる (杉原ほか 2009)。白滝産黒曜石の利用が主体となるが、置戸産の利用が卓越する北見地域では、置戸産の利用も見られる。小規模産地の名寄産が白滝服部台遺跡で見られるのは、注目されよう。ユクエピラチャシ跡遺跡からは、1 点のみが分析されているが、直近の大規模産地である置戸産や十勝産は利用されず、ケショマップ産が利用されている (藁科 2001b)。

c. 紅葉山型細石刃石器群 (図 67)

地域別ではなくまとめて記述する。白滝地域にある二遺跡 (服部台 2 遺跡 [藁科 2007]・奥白滝 1 遺跡 [藁科 2002a、2007]) では白滝産のみを用いている。一方、北見地域では、紅葉山遺跡³で置戸産、次いでケショマップ産・白滝産が用いられ、置戸安住遺跡では、十勝産と置戸産がほぼ同数用いられている (杉原ほか 2009)。基本的に直近の産地が多く利用される傾向にあると言えるが、置戸安住遺跡では、直近の産地ではない十勝産が多く用いられていることは特徴的である。

d. 忍路子型 1 類細石刃石器群 (図 68)

白滝地域 白滝第 30 地点遺跡では、搔器 1 点のみの分析例であるが、ケショマップ産が利用されている (井上 2003)。直近の大規模産地である白滝産黒曜石を利用していないが、分析点数が 1 点のみなので、本地域の本石器群の傾向を示しているのか判断できない。

北見地域 北見地域では、忍路子型 1 類細石刃石器群の遺跡自体は多くあるものの、産地分析例がない。

十勝地域 居辺 17 遺跡では、もっぱら直近の大規模産地である十勝産が利用される (吉谷・水舟 2001)。大空遺跡では、十勝産が最も多く利用され、次いで赤井川産・白滝産・置戸産が同じ割合で利用されている (東村・藁科 1995)。大空遺跡で分析された 5 点は全て細石刃核である。

上川地域 東麓郷 2 遺跡では、直近の大規模産地である白滝産がほとんどを占めている (藁科・東村 1987b)。

e. 忍路子型 2 類細石刃石器群 (図 68)

白滝地域 旧白滝 15 遺跡の一例のみである。細石刃核⁴に接合する剥片が分析され、ケショマップ産と判定されている。分析点数が少ない (1 点) ので本地域の本石器群の傾向が反映されていない可能性がある (遺物材料研究所 2012a)。

北見地域 直近の大規模産地である置戸産が最も多く利用され、次いでケショマップ産と白滝産が同じ割合であり、十勝産も利用される。基本的に直近の産地を最も多く利用している。

十勝地域 香川遺跡の一例のみである。直近の大規模産地である十勝産が最も多く利用され、次いで置戸産が利用される (遺物材料研究所 2012b)。置戸産とされているのは 1 点であり、器種は細石刃核である。

上川地域 嵐山 2 遺跡の一例のみである。直近の大規模産地である白滝産が最も多く利用され、次いで近文台産・置戸産の順に利用される (藁科・東村 1987a)。本地域で白滝産が最も多く利用されるのは、忍路子型 1 類と同様の傾向である。近文台産という直近の小規模原産地が利用されていることに注意

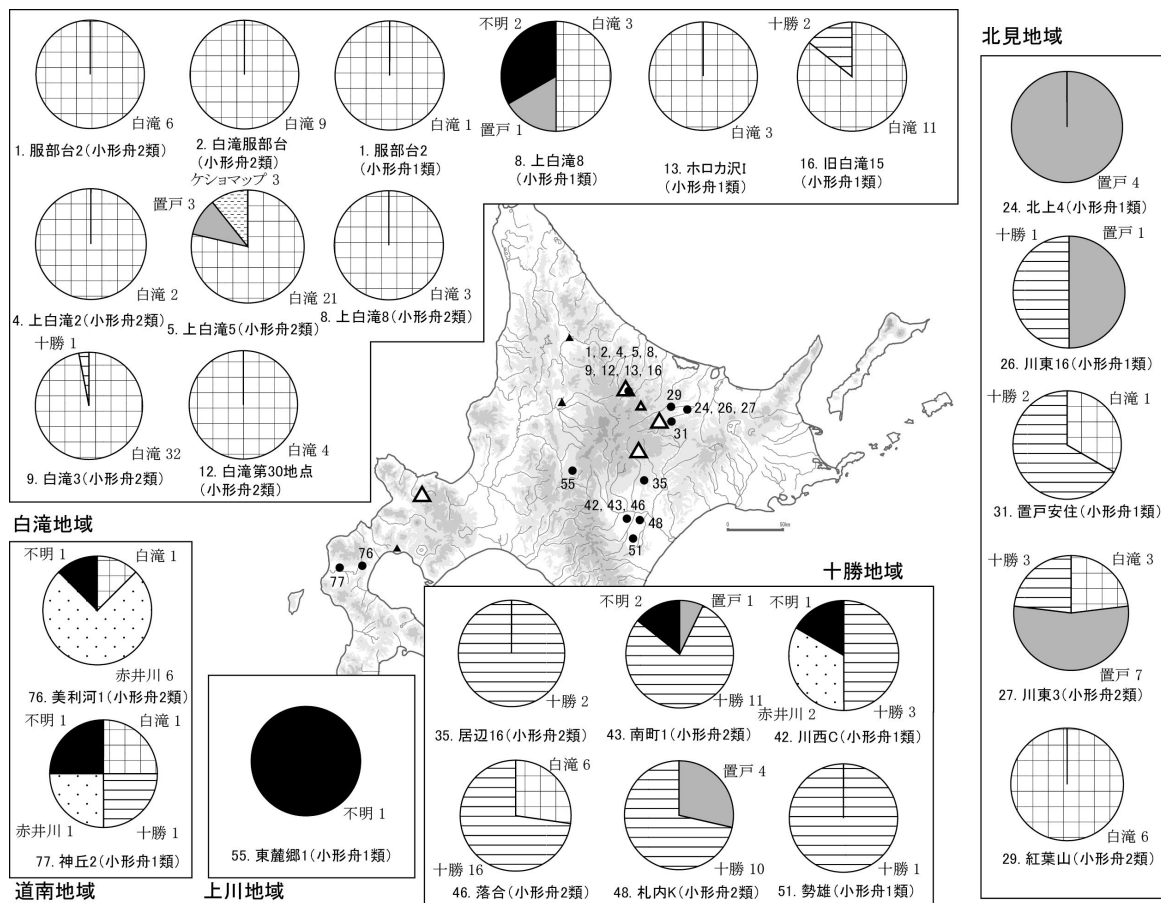


図 69 北海道後期細石刃石器群期の遺跡に見られる産地別黒曜石の利用頻度 (3):
小形舟底型石器 1・2 類石器群

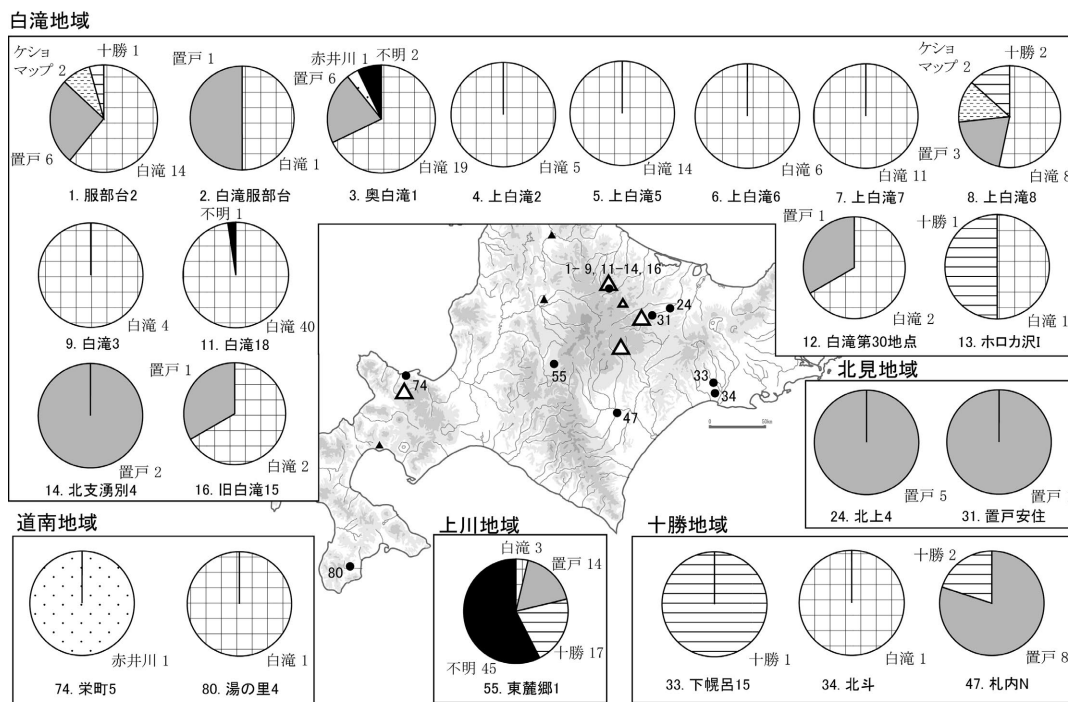


図 70 北海道後期細石刃石器群期の遺跡に見られる産地別黒曜石の利用頻度 (4):
尖頭器・有茎尖頭器に関連する石器群

したい。

石狩低地帯 分析例はオサツ 16 遺跡（近堂 1997）のみであるが、直近の大規模産地である赤井川産のみ利用されている。

f. 小形舟底形石器 1 類（図 69）

白滝地域 直近の大規模産地である白滝産が最も多く利用され、次いで十勝産・置戸産が利用される。直近の産地の次に近い大規模産地である置戸産が必ずしも多く利用されない点が、特徴的である。

北見地域 直近の大規模産地である置戸産が最も多く利用され、次いで十勝産が利用される。

十勝地域 直近の大規模産地である十勝産が最も多く利用され、次いで赤井川産が利用される。

道南地域 神丘 2 遺跡例のみであるが、白滝産・十勝産・赤井川産が同じ割合で利用される（興水 1990a）。

g. 小形舟底形石器 2 類（図 69）

白滝地域 直近の大規模産地である白滝産が最も多く利用され、次いで置戸産・ケショマップ産・十勝産が利用される。遺跡によって、単一の産地で構成される場合と複数産地で構成される場合の差が大きい。

北見地域 紅葉山遺跡では直近の大規模産地である置戸産でなく、もっぱら白滝産が利用されている点が特徴的である。川東 3 遺跡では、直近の大規模産地である置戸産が最も多く利用され、次いで十勝産、白滝産が同じ割合で利用される（遺物材料研究所 2011c）。

十勝地域 直近の大規模産地である十勝産が最も多く利用され、次いで置戸産が利用される。

道南地域 美利河 1 遺跡例のみであるが、直近の大規模産地である赤井川産が最も多く利用され、次いで白滝産が利用される（藁科・東村 1985b）。

h. 尖頭器・有茎尖頭器に関連する石器群（図 70）

基本的に遺跡直近の大規模産地を利用する傾向にあるものの、その傾向に当てはまらない遺跡も多い。例えば、白滝地域の北支湧別 4 遺跡では全点置戸産で占められ（藁科 2001a）、十勝地域の札内 N 遺跡では置戸産が 80%、次いで十勝産が 20% の比率となる（近堂・藁科 2000a）。道南地域の湯の里 4 遺跡では、1 点のみの分析例ではあるが白滝産が用いられる（藁科・東村 1985a）。このような産地構成のパターンは、小形舟底形石器 1 類・2 類と類似しており、その他の石器群と比較して、特異な石材利用形態である。また、白滝地域に搬入される他の大規模産地産黒曜石（赤井川産、置戸産、十勝産黒曜石）が尖頭器、有茎尖頭器といった製品の形態で搬入されている点は、小形舟底形石器群 1 類・2 類とも共通し、後期細石刃石器群期の特徴であると言える。

5. 産地別からみた黒曜石の利用形態

(1) 大規模産地

a. 白滝産地

白滝産黒曜石が最も多く利用されている地域は、後期旧石器時代前半期では白滝地域であり、次いで石狩低地帯となり、北見地域・十勝地域では少数が同程度利用されている。同後半期では、白滝地域を主とし、次いで上川地域・十勝地域・道南地域・石狩低地帯・北見地域の順に広く分布が認められる。北見地域には白滝産があまり搬入されていないのが注意される。

b. 置戸産地

置戸産黒曜石が利用される地域は、後期旧石器時代前半期では北見地域・十勝地域・上川地域であるが、同後半期になると、北見地域・白滝地域・上川地域・十勝地域・道南地域にまで広がる。上述の白滝地域の場合と対照的に、白滝地域には置戸産が多く搬入されている。

他の大規模産地の黒曜石と比較すると、置戸産黒曜石はもっぱら地元の北見地域での利用が卓越し、他地域での利用は極めて低調で、石狩低地帯に搬出されないという特徴を有する。例えば、後期旧石器時代後半期石器群では、十勝地域の産地構成において、白滝産は 26% を占めるが置戸産は 11% である。道南地域では、ほぼ同距離にある白滝産・十勝産はそれぞれ 11%・20% であるのに対し、置戸産はわずか 1% である。

c. 十勝産地

十勝産黒曜石が利用される地域は、後期旧石器時代前半期では上川地域・十勝地域・石狩低地帯に限られるが、同後半期になると、十勝地域・石狩低地帯・道南地域・白滝地域・上川地域・北見地域といった全域に広がる。やはり北見地域には、直近の産地以外の黒曜石があまり搬入されない点で特徴的である。

d. 赤井川産地

赤井川産黒曜石が利用される地域は、後期旧石器時代前半期では石狩低地帯と道南地域を主体とし、上川地域までに限られるが、同後半期になると、道南地域・石狩低地帯や道央の上川地域以外に、道東の白滝地域・十勝地域にまで広がる。後期旧石器時代を通じて、道東部の黒曜石（白滝産・十勝産）が道西部（石狩低地帯・道南）に比較的多く搬入されるのに対して、赤井川産黒曜石が道東部（十勝地域・北見地域・上川地域・白滝地域）に搬入される量は非常に少ないといえる。利用される赤井川産黒曜石の供給量に関係するためかもしれない。

e. 大規模産地産黒曜石利用の特徴

大規模産地の黒曜石の利用形態は、白滝産・十勝産と置戸産・赤井川産の二者で異なる。白滝産・十勝産は、後期旧石器時代前半期から遠隔地に搬出され、同後半期になると道内全域で活発に利用されている。対照的に置戸産・赤井川産黒曜石は、同前半期は産地周辺に限られ、同後半期になると広域での利用も認められるようになるが、白滝産・十勝産とは異なり、その使用量は相対的に少ない。

道南の赤井川産黒曜石と道東の置戸産黒曜石の利用パターンは、道内全域で活発に利用される白滝産・十勝産とは異なり、地域的な利用形態を基本とするため、相補的とも言えよう。このことは、サハリン島の後期旧石器時代には白滝産しか認められず、新石器時代になって白滝産とともに置戸産の利用が始まるという分析結果（佐藤ほか 2002）とよく整合する。

(2) 小規模産地

a. ケショマップ産地

ケショマップ産黒曜石が利用される地域は、後期旧石器時代前半期では白滝地域のみであり、同後半期になると、北見地域にも広がる。利用される割合は相対的に少ないものの、全時期を通じて利用される傾向にある。ただし、前期後葉細石刃石器群期にはきわめて少数しか利用されていないという特徴があることに注意したい。

b. 名寄産地・近文台産地・豊泉産地

名寄産地は、後期旧石器時代前半期の分析例がなく、後期細石刃石器群期になって、産地周辺地域（上川・白滝地域）で利用されるようになる。白滝服部台遺跡（明治大学古文化財研究所 2011）で 1 点の白滝型細石刃核とともに 7 点が、日進 2 遺跡（興水 1988a、藁科・東村 1988a）で 11 点が名寄産と判定されているが、これらの帰属時期は不明である（表 21）。

近文台産地は、前半期の日進 2 遺跡で分析例が確認できるが、よく利用されるようになるのは、忍路子型 2 類細石刃石器群や尖頭器・有茎尖頭器に関連する石器群の時期である。忍路子型 2 類細石刃石器群では、産地に近い嵐山 2 遺跡で利用されており、尖頭器・有茎尖頭器に関連する石器群では白滝地域に搬入されている。こうした小規模産地の原石は一般に小型であり、産出量も少ないが、縄文時代にはよく利用されている（友田 1996）。

豊泉産地は前半期の石狩低地帯（柏台 1 遺跡 [藁科 1999b]）で利用されているが、後半期石器群では利用された例がない。

c. 小規模産地産黒曜石利用の特徴

小規模産地の黒曜石の利用形態は、ケショマップ産を除いては散発的である。ケショマップ産は白滝地域のいくつかの遺跡で主要な利用黒曜石となっており、距離的にも近く、後期旧石器時代の集団によって白滝産地の一部として行動戦略の中で認識されていた可能性が高い。

名寄産地・近文台産地・豊泉産地のような小規模産地は、後期旧石器時代を通じて散発的な利用が主体的であるが、後期旧石器時代後半期、特に末期になってから本格的に開発され始めたと考えられる。後の縄文時代以降の産地開発の先駆形態を示しているのではないだろうか。後期旧石器時代には 8 箇所に限られていた考古学的黒曜石産地の利用は、小規模産地を中心に拡大する。

6. 議論

(1) 後期旧石器時代前半期（図 61）

上川地域を除く、白滝地域・北見地域・十勝地域・石狩低地帯・道南地域の 5 地域では、直近の大規模産地の比率が最も高い。特定産地と石器群との特異的な結びつきは看取しにくい、黒曜石の長距離運搬も認められる。例えば、石狩低地帯の美々 4 遺跡では、直線距離で 150km 以上離れ、間に日高山脈などの地理的障壁を挟む十勝産地の黒曜石が出土しており、遠隔地産黒曜石の運搬例として注目される（近堂 1985）。北見地域の置戸安住遺跡では広郷型尖頭形石器の産地分析が行われ、十勝産とする事例が得られている（杉原ほか 2009、戸沢 1967）が、従来十勝地域では広郷型尖頭形石器が報告された例はないため、この分析結果は興味深い。十勝地域には、直線距離で 80km 離れた置戸産黒曜石や同 100km の白滝産黒曜石が搬入されている。

石狩低地帯は、道南の赤井川産地には比較的近いが、十勝産地や白滝産地といった道東の産地からは距離が離れており、どの黒曜石産地からも一定の距離があるため、早くから双方の石材が利用され持ち込まれる地域であったと推測される。直江・長崎（2005）は、祝梅三角山遺跡と「白滝 Ia 群」を比較し、共通の石器製作技術が見られる点や祝梅三角山遺跡の黒曜石産地推定の検討から、当該石器群の荷担者集団が、白滝産地から赤井川産地にかけて複数の黒曜石原産地を含む広域の遊動領域を形成していたと推測している。後期旧石器時代前半期の石器群が複数の黒曜石原産地を利用していたことについては首肯できるが、前半期全体の黒曜石の利用形態はより複雑であり、固定的な遊動領域の分立といった仮説だけでは解釈が難しい。

(2) 後期旧石器時代後半期 (図 62)

前述の後期旧石器時代前半期と同様、直近の大規模産地が利用される傾向は、基本的には変わらない。ただし、より重要な特徴は、どの地域でも他の遠隔地の大規模産地産黒曜石が搬入され、産地構成がより多様になっていることである。

また、二番目に多く利用される産地が、直近の産地の次に近い産地であるとは限らないことが指摘できる。例えば、十勝地域では十勝産地の次に近い産地は置戸産地であるが、二番目に多く利用されるのは白滝産地である。

通時的変化の特徴は以下の通りである。白滝地域・北見地域では、二番目に多く利用される産地が時期によって変動し、十勝地域では、最も多く利用される産地が時期によって異なっている。石狩低地帯では、前期後葉細石刃石器群期に、直近の赤井川産ではなく十勝産が最も多く用いられている点が注目される。これ以外の上川・道南地域では分析例が少なく変化を確定しにくい。

産地構成の多様化や特定産地と石器群との結びつきが見られるようになるのは、後期旧石器時代後半期でも前期後葉細石刃石器群期からであり、黒曜石利用形態の画期と、細石刃技術の導入という技術の変化及び生業・移動行動戦略の変化は、必ずしも一致していない。産地構成パターンの最大の変化が前期前葉と前期後葉の間にあることは明らかであるが、その原因として、時期的間隙の問題も看過できない。前期前葉期の存続期間は 25-21ka cal BP で、同後葉期の存続期間が 19-16 cal BP と推定されるため、両時期の間の 21-19ka cal BP の期間は、細石刃石器群の動態がよくわかっていない。この間はちょうど LGM に相当するため、人口が著しく減少した可能性を想定しうるが、確実な放射性炭素年代値の蓄積が不足していることもありうるだろう。

a. 前期前葉細石刃石器群期 (図 63)

本時期 (図 63) と後期旧石器時代後半期全体における黒曜石利用形態の特徴 (図 62) を比較すると、本時期では産地構成の多様性に欠け、むしろ後期旧石器時代前半期の傾向によく類似し、黒曜石が遠隔地まであまり運搬されないことが最大の特徴である。

本時期では、十勝産黒曜石が全道的にほとんど利用されないことが注目される。十勝地域には、大樹町美成 2 遺跡 (後藤 1995) や幕別町美川地点 (北沢 1986、笹島 1999) 等の峠下型 1 類細石刃石器群の遺跡が報告されているが、産地分析例はない (山田 2006)。北見地域の北進遺跡では十勝産黒曜石の利用例があることから、産地近くでは十勝産黒曜石が利用されていたものと推定可能であるが、広域での利用は図られなかったらしい。分析例の増加を待つ必要があるものの、北進遺跡 (菅野・久保 1980、太田 1998) の特異性⁵とも関連して注視しておきたい。

b. 前期後葉細石刃石器群期 (図 64)

本時期の札幌型細石刃石器群・峠下型 2 類細石刃石器群は、前時期の前期前葉細石刃石器群期の石器群が有する遺跡直近の大規模産地を主に利用する傾向を基本的には引き継ぎながらも、産地構成の多様性ははるかに増加する。小規模産地を利用せず、大規模産地を主体的に利用する点も特徴の一つである。産地構成の多様化や特定産地と石器群との特異な結びつきが見られるようになるのは、本時期以降のことである。

遺跡によって、単一の産地で構成される場合と複数の産地で構成される場合があり、遺跡での産地構成のパターンが多様化する。例えば、十勝地域では、曉遺跡 (札幌型・峠下型 2 類: 十勝産・白滝産・置戸産)・上似平遺跡 (札幌型: 白滝産・十勝産 [山原 2002b、c、藁科 2002b]) は複数産地、南町 2 遺跡 (札幌型: 白滝産)・空港南 B 遺跡 (峠下型 2 類: 十勝産) は単一産地で構成される。一方、十

勝地域と異なり、白滝地域では、服部台 2 遺跡（峠下型 2 類：白滝産・赤井川産）が複数産地で構成されるのみで、他 6 遺跡（札滑型：2 遺跡、峠下型 2 類：4 遺跡）が単一産地（全て白滝産）で構成されており、産地構成パターンに地域差があることが示唆される。

道東（白滝地域・北見地域・十勝地域）では、札滑型細石刃石器群は、基本的には白滝産黒曜石と強く結びついていると言える。札滑型細石刃核に利用される黒曜石の産地構成を検討すると、どの地域において

も札滑型細石刃核は白滝産黒曜石と強く結びついていることがわかる（図 71）。十勝地域では、南町 2 遺跡スポット 3 や上似平遺跡 A ブロックの技術的検討や産地分析結果から、札滑型細石刃核と白滝産黒曜石とのつながりが深いことや、札滑型は原産地付近と比較して変形度が大きなものが顕在化する可能性が指摘されている（山原 2000）。しかしながら、北見地域の置戸安住遺跡では、置戸産黒曜石の利用が卓越しており、十勝地域の上似平遺跡では、十勝産黒曜石の利用が白滝産に迫る比率を見せている。

石狩低地帯では、白滝産地と札滑型細石刃石器群との結びつきが強いとの指摘があるが（赤井 2009）、本分析でも特に細石刃核に関しては、オルイカ 2 遺跡（藁科 2003b）でこれを追認できた。ただし、細石刃の産地構成を検討すると、例えばオルイカ 2 遺跡で十勝産と判定されているものがあるなど、注意を要する。一方、本研究で産地分析を実施した石狩低地帯の上幌内モイ遺跡は、札滑型細石刃石器群の単純遺跡である。細石刃核の産地分析は行われていないため、83 点分析された細石刃について検討すると、産地構成は十勝産が 92%、白滝産が 7%、赤井川産が 1% となっており、細石刃核の素材に十勝産を多く用いている点で札滑型細石刃石器群の中では異質である（図 66）。本事例を含めると、石狩低地帯の札滑型細石刃石器群全体では、十勝産の割合が多くなる。石狩低地帯では後期旧石器時代を通して、基本的には直近の大規模産地である赤井川産が利用されるが、前期後葉期に十勝産黒曜石・十勝地域との結びつきが強くなることが推測される。これは本時期になると、十勝地域に曉遺跡などの大規模な遺跡が出現することと無関係ではないと考えられる（木村 1995）。

峠下型 2 類細石刃石器群は、道東部では直近の大規模産地の黒曜石を利用する傾向がある。札滑型細石刃石器群は、良質・大型の岩屑・角礫が得られる一次産地で集中的に準備され、特に白滝産地の利用が顕著である一方、峠下型 2 類細石刃石器群は、転礫や小形の岩屑・角礫も用いられうるため、十勝地域や石狩低地帯等では必然的に峠下型 2 類が優越するという山田（2006）の指摘に調和する。峠下型 2 類細石刃核は、湯の里 4 遺跡での分析例が多いため十勝産が過半数を占めるかのように見えるが、基本的には直近の大規模産地産黒曜石を利用することが多い。札滑型細石刃核は白滝産黒曜石と結びつき遠距離まで運搬される一方、峠下型細石刃核は直接採取の黒曜石利用法で遺跡付近での石材補給が行われるという指摘（木村 1995）とも整合的である。

c. 後期細石刃石器群期

広郷型細石刃石器群（図 67） 十勝地域や上川地域でも直近の大規模産地ではない置戸産が利用されるなど、置戸産黒曜石との結びつきが強い。しかし、石狩低地帯ではもっぱら赤井川産が利用されて

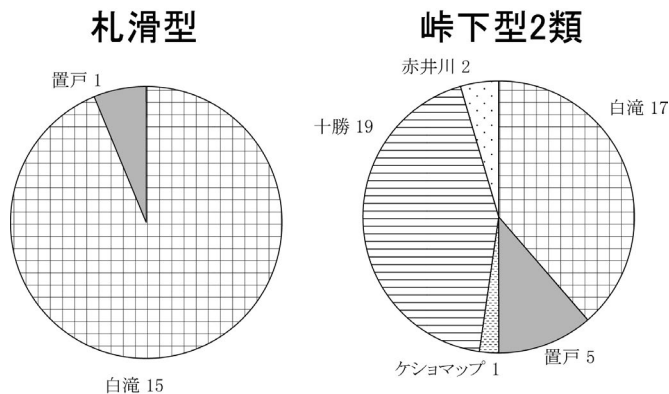


図 71 札滑型・峠下型 2 類細石刃核の産地別黒曜石の利用頻度

いる。広郷型細石刃石器群は、黒曜石や頁岩といった細粒良質石材の大規模産地の開発と強く結びついた石器群であると考えられ、環日本海北部地域では、ロシア沿海州のウスチノフカ頁岩地帯や白頭山黒曜石産地周辺で出土が知られている（佐藤 2002、Sato2004b）。国内では、北海道東部～中央部の黒曜石地帯と、道南の頁岩地帯に分布が濃い。美利河 1 遺跡Ⅲ B 石器群（長沼 1985）や同 K 地点（宮尾 1997、岩崎 2003）では、多量の頁岩製広郷型細石刃石器群が出土しており、赤井川産黒曜石を開発している道西部（石狩低地帯・道南）では、道東部と異なる石材消費行動が取られた可能性が高い。産地別の節で述べた通り、置戸産黒曜石は他地域に搬入されにくい、本時期では、例外的に他地域まで運搬されている。北海道に展開した黒曜石製広郷型細石刃石器群は、基本的に置戸産黒曜石の開発に適応した石器群であったと思われる。

忍路子型 1 類・2 類細石刃石器群（図 68） 忍路子型細石刃石器群は、1 類・2 類とも基本的に直近の大規模産地を利用する傾向にあると言える。

1 類は 2 類と比較して、産地構成がやや単純な傾向にある。例えば、1 類では、上川地域の東麓郷 2 遺跡（藁科・東村 1987b）で主に白滝産が、白滝地域の白滝第 30 地点遺跡（井上 2003）ではケショマップ産が、北見地域の川東 16 遺跡（遺物材料研究所 2010b）では置戸産が、十勝地域の居辺 17 遺跡（吉谷・水舟 2001）では十勝産がもっぱら利用されている。十勝地域の太空遺跡は例外で、複数産地（十勝産のほか、赤井川産・白滝産・置戸産）の黒曜石が含まれる（東村・藁科 1995）。一方、2 類では、上川地域の嵐山 2 遺跡（藁科・東村 1987a）では白滝産・近文台産・置戸産、白滝地域の旧白滝 15 遺跡（遺物材料研究所 2012a）では、ケショマップ産、北見地域の北上台地遺跡（藁科・東村 1984）では置戸産・白滝産・十勝産、同じく吉井沢遺跡（本研究、藁科・東村 1984）では置戸産・ケショマップ産・白滝産が用いられている。2 類であっても、北見地域の川東 16 遺跡（遺物材料研究所 2010b）のように置戸産が主に利用されている遺跡もある。

道東では産地構成が多様な傾向にある忍路子型 2 類細石刃石器群が、道西部（石狩低地帯）では産地構成が単純になるのは、忍路子型 2 類だけの傾向であるのか、忍路子型細石刃石器群全体の傾向であるのかは、現段階では判断できない。道東部と道西部で異なる石材消費行動が取られた可能性も指摘できる。道西部でも多様な産地構成を呈する前段階の前期後葉細石刃石器群とは、大きく異なる特徴である。

道東部（白滝地域・北見地域・十勝地域・上川地域）の遺跡には、赤井川産黒曜石がほとんど搬入されていない。

上川地域で観察されるように、小規模産地（近文台産地）が利用されていることが注目される。おそらく新規の様相の出現を示唆しているものと思われる。

小形舟底形石器 1・2 類石器群（図 69） 基本的に直近の大規模産地を利用する傾向にあるが、産地構成は多様である。特に 1 類は、2 類と比較して、十勝産黒曜石との結びつきが強いようである。白滝地域・北見地域・道南地域の 8 遺跡中 4 遺跡で、十勝産黒曜石が産地構成に含まれている。1 類では赤井川産黒曜石が十勝地域まで搬入されている点が特徴的で、これは峠下型 2 類細石刃石器群でも見られるが、忍路子型 1 類細石刃石器群や尖頭器・有茎尖頭器に関連する石器群など、後期細石刃石器群に共通する傾向と言える。必ずしも直近の産地やその次に近い産地が利用されるのではなく、道東に搬入されることが稀な赤井川産が運搬される例がある点は、近在産黒曜石の利用が高まるとされる本時期の傾向とはやや異なる。後期細石刃石器群期に特有の行動形態によって、このような利用形態が出現したものと考えられるが、黒曜石の産地分析結果のみからではその行動形態についてこれ以

上言及することができず、別の分析が必要となろう。

尖頭器・有茎尖頭器に関連する石器群（図 70） 本石器群は、他の石器群と比較して、特異な産地構成を示す遺跡が多い。近在産黒曜石が開発され、主体的に利用されるようになるという本時期の特徴とは異なり、むしろ他地域に存在する産地の黒曜石の比率が増加し、主体的となる遺跡すらある。特に、置戸産黒曜石が、白滝地域や十勝地域など他地域に搬出される傾向は、広郷型細石刃石器群と類似する。なぜこのような産地構成が生じるのかという問題については、個別の遺跡における詳細な石材消費行動の分析が今後必要となろう。

(3) 居住地移動＝行動戦略研究との比較

北海道における黒曜石利用形態については、先に触れたように複数の先行研究があるが、ここでは本研究に関連が深いと考えられる木村英明（1995）と山田哲（2006）による居住地移動＝行動戦略モデルと比較することによって、研究の総合化を展望したい。

木村英明（1995）は、産地分析結果や個々の遺跡の検討に基づいて、「旧石器時代前期」（細石刃出現以前）には近在の石材をもっぱら直接採取により利用していたが、「旧石器時代中期」（細石刃盛行期）になると、白滝産黒曜石の長距離移動が認められ、「旧石器時代後期」（有茎尖頭器出現以降）には再び近在石材が利用されるなど、時期ごとに石材採取・消費行動が変化すると解釈した。「旧石器時代中期」の傾向は本研究結果とも整合的であり、「旧石器時代前期」・「旧石器時代後期」についても、基本的には近在産黒曜石の利用が多く見られる点で整合的であるが、必ずしも近在産黒曜石のみを利用だけではない遺跡例が複数存在し、遺跡毎の個性的な発現形態を示す点で、差異がある。

山田（2006）は、北海道の細石刃石器群を担った集団の居住・移動システムを、以下のようにモデル化した。前期前葉細石刃石器群期は、相対的に高い居住地移動性と低い兵站的移動性に特徴づけられる居住・移動システムを基盤としており、相対的に移動規模（年間居住地移動距離）が小さかったか、あるいは移動頻度（年間居住地移動回数）が大きかった可能性がある。前期後葉期になると、移動規模の増大が移動頻度の減少がみられ、各産地で採取される原石材の形質に対して選択的に適用される分化した細石刃製作技術システムへと変化する。さらに、後期細石刃石器群期になると、相対的に低い居住地移動性と高い兵站的移動性に特徴づけられる居住・移動システムが基盤となり、石器群の変異が増大する。また、各地域の原石材の形質や分布に対する適応性の強い細石刃製作技術を伴い、前期前葉期・前期後葉期と比較して、相対的に狭い地域での兵站的な戦略に基づく資源利用があった。

この山田の見解は、前期前葉期に直近の大規模産地を利用する傾向があり、前期後葉期になると各細石刃石器群と特定産地の結びつきが見出された本研究の分析結果と矛盾しない。さらに、本研究において、後期細石刃石器群期には基本的に直近の大規模産地が多く利用されている点や、特に忍路子型 2 類細石刃石器群で直近の小規模産地の開発が見られる点で、山田の解釈と矛盾しないが、一方後期細石刃石器群期では、同一石器群内で遺跡毎に石材構成の差が大きいくとも観察された。また、赤井川産黒曜石が後期細石刃石器群期に道東部に搬入される例が増加することや、広郷型細石刃石器群に見られる広域での置戸産黒曜石の利用など、前述のモデルで説明できない現象があることも明らかとなった。

(4) 人類生態系アプローチから見た黒曜石産地分析

筆者等は、これまで環日本海北部地域に展開した後期旧石器時代の歴史的変遷プロセスを、人類生

態系アプローチを視点として追求してきたが、その結果、動植物相・景観・古気候と人類文化の間には、強い相関関係があることを明らかにしてきた（佐藤編 2008、2009b、2011、佐藤ほか 2011、佐藤 2012）。北海道における細石刃石器群の登場（前期前葉細石刃石器群の出現）は、MIS3 から MIS2 の転換期にあたり、最終氷期極相を迎えて、南方系のナウマンゾウ動物群から北方系のマンモス動物群に動物資源の構造が大きく変化した時期に相当する。しかしながら、利用黒曜石の産地構成比には大きな変化は観察されないため、初期の細石刃石器群集団の行動戦略は、資源構造の変化に直ちに連動して行われたものではない可能性が示唆される。あるいは、後期旧石器時代前半期の分析資料の多くが、その後半段階から末期にあたる広郷型尖頭形石器群や基部加工尖頭形石刃石器群・嶋木型石器群・川西 C 型石刃石器群であることも影響していよう。

それに対して、黒曜石の利用産地構成が最も大きく変化するのは、前期前葉細石刃石器群期から前期後葉細石刃石器群期へと移行した時期である。前述したように、この間には測定年代値上の大きなタイムラグがあるが、それにも増して注目すべきは、本格的な湧別方式をもつ前期後葉細石刃石器群の出現と軌を一にしている点にある。前期後葉細石刃石器群の集団は、明らかにマンモス動物群の効率的狩猟に適応した広域移動戦略を、各細石刃石器群を単位とした各々固有の組織化により発達させたと考えられ、それが黒曜石の利用産地構成パターンに反映していると考えられる。高橋の分析（高橋 2007、2011）によれば、北海道において大型哺乳動物が絶滅するのは 18 cal ka BP 頃とされているが、これは前期後葉細石刃石器群期と後期細石刃石器群期の交代期に相当する。大型動物の絶滅に伴い、狩猟対象が中小型獣に移行したと想定されることから、黒曜石の利用産地構成が直近の大規模黒曜石産地をよく利用するようになることと整合する。

(5) 札滑型・白滝型細石刃石器群と北方系細石刃石器群

北海道に展開した各種の細石刃石器群は、更新世の古北海道半島と古本州島の間には存在した津軽海峡によって、後期旧石器時代を通じて文化的・社会的境界が形成されていたため、基本的には古北海道半島内に分布が限られている。しかしながら、前期後葉細石刃石器群に属する札滑型細石刃石器群が、この境界を越えて北方系細石刃石器群として古本州島に南下し、東北日本を中心に広く分布した現象はよく知られてきた。その行動論的要因として、同石器群が有する広域移動型行動戦略とその行動戦略によく適応した装備（石器製作技術構造）を想定してきたが、本研究においても、札滑型細石刃核の多くが白滝産に強く依存することが示されており、この仮説を支持するものと言える（佐藤 1992b、2000、2005b、2010、2011、Sato 1993）。さらに、後期細石刃石器群の白滝型細石刃石器群も、白滝産黒曜石の利用と相当程度強く結びついていることが明らかとなったことから、同趣の行動戦略を内包した石器群であった可能性が、一層強固となった。新潟県樽口遺跡 A-MS 文化層（立木 1996）や同上原 E 遺跡（佐藤 2002）から検出された白滝型細石刃石器群とよく類似する北方系細石刃石器群の存在は、このことを端的に示したものと言えよう。

7. 結論

北海道における考古学的黒曜石の産地は 21 箇所あるが、このうち後期旧石器時代に利用された産地は 8 箇所である。北見産地・十勝産地・置戸産地・赤井川産地といった大規模産地付近では、時代を通じて直近の大規模産地の黒曜石が最も多く利用されるが、二番目に利用される産地は、時期・石器群によって多様である。また、上川地域・石狩低地帯など大規模産地が近辺にない地域での産地構成は、時期や石器群によって多様かつ個性的である。特に石狩低地帯は、各大規模産地への直線距離が、赤井川まで 70km、十勝まで 150km、白滝まで 170km、置戸まで 180km であり、どの石器群に

においてどの産地の黒曜石が主体的に搬入されるかは、後期旧石器時代の石材消費・運搬行動を明らかにし、領域形成の問題を検討する上で重要である。

白滝・十勝・置戸・赤井川という四つの大規模産地の黒曜石は、前二者（白滝・十勝）が後期旧石器時代前半期から広域に分布が及ぶのに対して、後二者（置戸・赤井川）は、前半期は産地付近の地域に利用が限定され、同後半期になって広域での分布が確認されるが、その絶対量は相対的に少ない。置戸産と赤井川産は、相補的に利用された可能性が高い。

構成比からみた変化の画期は、細石刃石器群が出現する後期旧石器時代前半期から同後半期への移行期ではなく、初期細石刃石器群（前期前葉細石刃石器群期）から本格的な湧別方式を有する細石刃石器群（前期後葉細石刃石器群期）への移行期にある。この時期に当たる札滑型細石刃石器群は、白滝産と強固に結びつくが、北見地域では置戸産も活用され、石狩低地帯では十勝産の利用も活発である。それに対して、同時期の峠下2類細石刃石器群は、在地に近い産地の黒曜石を利用する傾向が強い。

後期細石刃石器群になると、石器群と特定産地との関連性が顕在化する。白滝型細石刃石器群は、白滝産との関連性が看取できる。置戸産黒曜石は、全時期を通じて遠距離での利用は低調であるが、広郷型細石刃石器群は例外で、置戸産の利用が顕著である。近文台・名寄といった小規模原産地の開発は、この時期の特徴でもある。

黒曜石の産地利用パターンは、木村（1995）や山田（2006）の居住＝移動システム研究の成果とおおむね整合しているが、分析例数が少ないため、今後の分析事例の蓄積が肝要である。産地分析点数が増加すれば、産地別の黒曜石搬入形態や消費スパンの検討も、より詳細に可能となろう。

本稿は、平成21～25年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(A)「黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容」（研究代表者：佐藤宏之・東京大学教授、課題番号21242026）の研究成果の一部である。

謝辞

本稿を成すにあたり、次の諸氏から助言・協力を得た。記して謝意を呈したい。

出穂雅実・夏木大吾・根岸 洋・山田 哲・和田恵治

註

- 1) 公開シンポジウム「黒曜石が開く人類社会の交流Ⅰ、Ⅱ」(佐藤編 2009、2010)、信州黒曜石フォーラム 2009・2010(黒曜石フォーラム実行委員会 2009、2010)、日本考古学協会栃木大会(日本考古学協会 2011 年度栃木大会実行委員会 2011)等が開催されている。
- 2) 寺崎(2005)・山田(2006)では、細石刃の形態・規模に基づいて、出土した細石刃を峠下型と札滑型に区分し、前者は十勝産、後者は白滝産黒曜石を使用していると推定しているが、本稿では札滑型細石刃核が未検出であること等を考慮して、全体を峠下型2類細石刃石器群に帰属させた。
- 3) 本研究で産地分析を実施した結果である。詳細は別項を用意したい。
- 4) この細石刃核は、忍路子型2類細石刃核としては比較的大型であり、1類と2類の中間的なサイズである。このような中間的なものについては、下縁と底縁の平行性の程度によって区分可能とする山田(2006)の指摘に従えば、本資料は忍路子型2類と判断できる。
- 5) 北進遺跡の細石刃石器群は、製作技術・細石刃核の形態・利用石材・石器組成等の上で特異な特徴を有する。一般に北海道の各種細石刃石器群は、大陸のそれに比して特殊化が進行し、規格性の高い石器群をもつことに特徴があるが、北進遺跡例はその例外にあたる。

引用・参考文献

- 赤井文人 2009「後期旧石器時代北海道西部における黒曜石の利用」『黒曜石が開く人類社会の交流』佐藤宏之編、32-41 頁、東京、東京大学大学院人文社会系研究科
- 明石博志・後藤聡明 1978『上似平遺跡発掘調査報告書』全 107 頁、帯広市教育委員会
- 阿部明義・佐川俊一・泉田毅・末光正卓・富永勝也 2003『千歳市オリイカ 2 遺跡』全 261 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 阿部明義・三浦正人・菊池慈人・広田良成 2005『千歳市オリイカ 2 遺跡 (2)』全 492 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 荒生健志 1986『元町 2 遺跡』全 142 頁、美幌町教育委員会
- 荒生健志 1991『みどり 1 遺跡』全 183 頁、美幌町教育委員会
- 石橋次雄・大鳥居仁・近藤祐弘・新見倫子・藁科哲男・山原敏朗 2001『史跡ユクエピラチャシ跡』全 94 頁、陸別町教育委員会
- 出穂雅実・廣瀬 亘・佐藤宏之 2008「北海道における考古学的黒曜石研究の現状と課題」『旧石器研究』4、107-122 頁
- Izuho, M. and Sato, H. 2007 Archaeological obsidian studies in Hokkaido, Japan: retrospect and prospects. *Indo-Pacific Pre-history Association Bulletin*, 27: 114-121.
- 乾 哲也・小野哲也・奈良智法 2006『上幌内モイ遺跡 (1)』234 頁、厚真町教育委員会
- 井上 巖 2003「白滝第 30 地点遺跡出土黒曜石遺物の化学分析」『白滝第 30 地点遺跡』白滝村教育委員会、247-258 頁
- 遺物材料研究所 2007a「白滝 8 遺跡・白滝 18 遺跡・白滝 3 遺跡出土の黒曜石製石器の原産地分析・水和層測定」『白滝遺跡群Ⅶ』江別市、北海道埋蔵文化財センター、261-285 頁
- 遺物材料研究所 2007b「前サンル 1 遺跡出土の黒曜石製石器の原産地分析・水和層測定」『前サンル 1 遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、18-30 頁
- 遺物材料研究所 2008a「旧白滝 5 遺跡出土の黒曜石製石器の原産地分析・水和層測定」『白滝遺跡群Ⅸ』江別市、北海道埋蔵文化財センター、211-230 頁
- 遺物材料研究所 2008b「札内 K 遺跡出土の黒曜石製石器の原産地分析・水和層測定」『札内 K 遺跡Ⅲ調査報告書』幕別町教育委員会、58-69 頁
- 遺物材料研究所 2009「遠軽町旧白滝 16 遺跡出土の黒曜石製遺物の現在産地分析」『白滝遺跡群Ⅹ』江別市、北海道埋蔵文化財センター、239-251 頁
- 遺物材料研究所 2010a「蘭国橋遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」『蘭国橋遺跡・川東 16 遺跡』北見市教育委員会、63-89 頁
- 遺物材料研究所 2010b「川東 16 遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」『蘭国橋遺跡・川東 16 遺跡』北見市教育委員会、280-329 頁
- 遺物材料研究所 2011a「北見市北上 4 遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」『北上 4 遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、218-232 頁
- 遺物材料研究所 2011b「ホロカ沢 I 遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」『白滝遺跡群ⅩⅠ』江別市、北海道埋蔵文化財センター、347-364 頁
- 遺物材料研究所 2011c「北見市川東 3 遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」『川向 23 遺跡・川東 3 遺跡』北見市教育委員会、321-349 頁
- 遺物材料研究所 2012a「遠軽町旧白滝 15 遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」『白滝遺跡群ⅩⅡ』北海道埋蔵文化財センター、529-546 頁

Ⅲ-A: 北海道の後期旧石器時代における黒曜石産地の開発と黒曜石の流通

- 遺物材料研究所 2012b 「更別村香川遺跡の黒曜石製遺物の原材産地分析」『香川遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、17-30 頁
- 岩崎厚司 2003 「北海道今金町美利河 1 遺跡 K 地点」『第 17 回東北日本の旧石器文化を語る会予稿集』22-31 頁
- 大島秀俊 1997 『千歳市オサツ 16 遺跡 (2)』全 429 頁、札幌市、北海道文化財保護協会
- 大島秀俊 1998 『千歳市オサツ 16 遺跡 (3)』全 249 頁、札幌市、北海道文化財保護協会
- 大島秀俊・谷岡康孝・長谷川徹 2000 『オバルベツ 2 遺跡 (2)』全 497 頁、札幌市、北海道文化財保護協会
- 太田敏量 1998 『北進遺跡 II』全 51 頁、北見市教育委員会・北網圏北見文化センター
- 太田敏量・藁科哲男・(株) 古環境研究所 2000 『南丘 4 遺跡』全 41 頁、北見市教育委員会
- 太田敏量・菅野友世・佐々木覺・藁科哲男・早田勉 2010 『蘭国橋遺跡・川東 16 遺跡』全 410 頁、北見市教育委員会
- 太田敏量・菅野友世・佐々木覺・藁科哲男・早田勉 2011 『川向 23 遺跡・川東 3 遺跡』全 430 頁、北見市教育委員会
- 大沼忠春・千葉英一・遠藤香澄・立川トマス・熊谷仁志・花岡正光 1988 『新道 4 遺跡』全 667 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 大場利夫・近堂祐弘・久保勝範・宮 宏明 1983 「吉井沢遺跡発掘調査報告」『北見郷土博物館紀要』13、1-37 頁
- 大場利夫・近堂祐弘・久保勝範・宮 宏明 1984 「北上台地遺跡発掘調査報告」『北見郷土博物館紀要』14、14-83 頁
- 大場利夫・近堂祐弘・柳原哲司・宮 宏明 1984 「広郷丸山遺跡発掘調査報告」『北見郷土博物館紀要』15、3-29 頁
- 大矢義明 2000 『札内 N 遺跡』全 400 頁、幕別町教育委員会
- 大矢義明 2001 『上士幌町居辺 17 遺跡』全 135 頁、上士幌町教育委員会
- 大矢義明・森内幸雄・福井常則 2005 『札内 K 遺跡 II』全 171 頁、幕別町教育委員会
- 小野 昭 2011 「資源環境の中の黒曜石—方法上の展望—」『資源環境と人類』1、1-8 頁
- 小野 基 2002 『豊岡 7 遺跡』全 139 頁、美幌町教育委員会
- 葛西智義 2003 『納内 9 遺跡』全 83 頁、深川市教育委員会
- 金成太郎・杉原重夫 2006 「元町 2 遺跡・みどり 1 遺跡・豊岡 7 遺跡出土黒曜石製遺物の産地推定」『美幌博物館研究報告』14、1-20 頁、美幌博物館
- 菅野友世・久保勝範 1980 「北見市北進遺跡発掘調査報告特輯」『北見市郷土博物館紀要』10、1-52 頁
- 北沢 実 1986 「幕別町美川地点の先土器時代の資料」『十勝考古』7、4-8 頁
- 北沢 実 1988 『帯広・暁遺跡 3』全 90 頁、帯広市教育委員会
- 北沢 実 1989 『帯広市暁遺跡の発掘調査—第 5 次調査報告書—』全 155 頁、帯広市、十勝考古学研究所
- 北沢 実 1992 『帯広・落合遺跡』全 58 頁、帯広市教育委員会
- 北沢 実 1993 『帯広・大空遺跡』全 37 頁、帯広市教育委員会
- 北沢 実 1996 「帯広市暁遺跡出土遺物の原材産地について」『北海道旧石器文化研究』1、28-30 頁
- 北沢 実 2000 『帯広・川西 C 遺跡 2』全 123 頁、帯広市教育委員会
- 北沢 実・山原敏朗 1995 『帯広・南町遺跡』全 114 頁、帯広市教育委員会
- 北沢 実・山原敏朗 1997 『帯広・稲田 1 遺跡』全 112 頁、帯広市教育委員会
- 北沢 実・山原敏朗・近堂祐弘・藁科哲男 1998 『帯広・川西 C 遺跡』全 170 頁、帯広市教育委員会
- 北沢 実・笹島香織・西沢千鶴・藁科哲男・三野紀雄・花岡正光 2004 『帯広・若葉の森遺跡』全 236 頁、帯広市教育委員会
- 木村英明 1985 『マンモスを追って』全 118 頁、東京、一光社
- 木村英明 1995 「黒曜石・ヒト・技術」『北海道考古学』31、3-63 頁
- Kuzmin, Y.V. and V.K. Popov (eds.) 2000. *Volcanic Glasses of the Russian Far East: Geological and Archaeological Aspects*. 168p, Geological Institute, Far eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok.

- Kuzmin, Y.V., M.D. Glascock and H. Sato, 2002. Sources of archaeological obsidian on Skhalin Island (Russian Far East). *Journal of Archaeological Science*, 29: 741-749.
- Kuzmin, Y.V. and M.D. Glascock (eds.) 2010. *Crossing the Straits: Prehistoric Obsidian Source Exploitation in the North Pacific Rim*. BAR International Series 2152, 227p, Oxford, Archaeopress.
- 国武貞克 2009「関東地方北部(高原山)の黒曜石利用—原産地の開発と平野部における消費について—」佐藤宏之編『黒曜石が開く人類社会の交流』70-85 頁、東京、東京大学大学院人文社会系研究科
- 熊谷仁志・鎌田望 1998『キウス 5 遺跡 (6) B 地区・C 地区』全 222 頁 +PL43、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 熊谷仁志・谷島由貴・笠原 興・広田良成・柳瀬由佳 2000『東町遺跡』全 85 頁 +PL20、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 熊谷仁志・谷島由貴 2011『北上 4 遺跡』全 254 頁 +PL68、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 黒曜石フォーラム実行委員会 2009『信州黒曜石フォーラム 2009—黒曜石の研究はどこまで進んだか—』全 32 頁、東京、明治大学博物館
- 黒曜石フォーラム実行委員会 2010『信州黒曜石フォーラム 2010 第 20 回長野県旧石器文化交流会—中部高地石器石材原産地と消費地をめぐる諸問題—』全 19 頁、東京、明治大学博物館
- 越田賢一郎・佐藤和雄・立川トマス・三浦正人・花岡正光・谷島由貴・山原敏朗 1992『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』全 378 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 越田賢一郎・末光正卓 1998『恵庭市ユカンボシ E10 遺跡』全 136 頁 +PL38、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 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・36、267-273 頁
- 興水達司 1988a「名寄市黒曜石の年代および名寄市日進 2 遺跡出土黒曜石製石器類の原産地」『名寄市日進 2 遺跡・日進 31 遺跡』名寄市教育委員会、83-90 頁
- 興水達司 1988b「石川 1 遺跡出土黒曜石片の年代と原産地」『石川 1 遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、261-264 頁
- 興水達司 1990a「黒曜石の原産地同定およびフィッシュン・トラック年代測定」『神丘 2 遺跡』今金町教育委員会、118-119 頁
- 興水達司 1990b「栄町 5 遺跡出土黒曜石の原産地同定および水和層年代測定」『栄町 5 遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、166-169 頁
- 後藤聡明・富川俊治 1983『北海道帯広空港南 A 遺跡』全 31 頁、帯広市、北海道十勝支庁
- 後藤秀彦 1995「第二章 大樹町の先史時代の姿」『新・大樹町史』大樹町、33-68 頁
- 近堂祐弘 1985「美々 4 遺跡出土の黒曜石片の水和層年代」『美沢川流域の遺跡群Ⅷ』江別市、北海道埋蔵文化財センター、185 頁
- 近堂祐弘 1986「空港南 B 遺跡出土の黒曜石フレークの水和層年代」『帯広・空港南 B 遺跡』帯広市教育委員会、55 頁
- 近堂祐弘 1997「第 5 節千歳市オサツ 16 遺跡出土の黒曜石剥片の水和層年代」『千歳市オサツ 16 遺跡 (2)』札幌市、北海道文化財保護協会、427-428 頁
- 近堂祐弘・柳原哲司 1985a「居辺 16 遺跡出土の黒曜石片の水和層年代」『居辺遺跡』上士幌町教育委員会、84-87 頁
- 近堂祐弘・柳原哲司 1985b「広郷 8 遺跡出土の黒曜石石器・石片の水和層年代」『広郷 8 遺跡 (Ⅱ)』北見市立北見郷土博物館、149-153 頁
- 近堂祐弘・藁科哲男 1998a「帯広市川西 C 遺跡出土の黒曜石剥片の原産地分析と水和層年代」『帯広・川西 C 遺跡』帯広市教育委員会、115-119 頁
- 近堂祐弘・藁科哲男 1998b「千歳市オサツ 16 遺跡出土の黒曜石石器・剥片の産地分析と水和層年代」『オサツ 16(3) 遺跡』札幌市、北海道文化財保護協会、245-247 頁

III -A: 北海道の後期旧石器時代における黒曜石産地の開発と黒曜石の流通

- 近堂祐弘・藁科哲男 1999「幕別町日新 F 遺跡出土の黒曜石剥片の原材産地分析と水和層年代」『日新 F 遺跡調査報告書』幕別町教育委員会、51-57 頁
- 近堂祐弘・藁科哲男 2000a「幕別町札内 N 遺跡出土の黒曜石剥片の原材産地分析と水和層年代（平成 9 年度分）」『札内 N 遺跡調査報告書』幕別町教育委員会、362-363 頁
- 近堂祐弘・藁科哲男 2000b「幕別町札内 N 遺跡出土の黒曜石剥片の原材産地分析と水和層年代（平成 10 年度分）」『札内 N 遺跡調査報告書』幕別町教育委員会、364-373 頁
- 坂本尚史 2003「広郷型ナイフ形石器を伴う石器群への一理解」『古代文化』55(4)、17-31 頁
- 坂本尚史 2011『白滝遺跡群 XI』全 455 頁 +PL122、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 佐川俊一 2000『赤井川村都遺跡』全 104 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 佐川俊一・影浦 覚 2000『芽室町北伏古 2 遺跡』全 66 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 佐川俊一・中山昭大・山中文雄 2007『前サナル 1 遺跡』全 33 頁 + 引用・参考文献 1 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 笹島香織 1999「幕別町美川地点における採集資料について」『北海道旧石器文化研究』4、7-18 頁
- 笹島香織・大矢義明 2008『札内 K 遺跡 III』全 92 頁、幕別町教育委員会
- 札幌大学木村英明ゼミナール 1987「1986 年度調査報告書」『教養ゼミナール』13、129-177 頁、札幌大学教養部
- 佐藤訓敏・北沢 実 1985『帯広・暁遺跡』全 206 頁、帯広市教育委員会
- 佐藤訓敏・北沢 実 1986a『帯広・空港南 B 遺跡』全 69 頁、帯広市教育委員会
- 佐藤訓敏・北沢 実 1986b『帯広・暁遺跡 2』全 150 頁、帯広市教育委員会
- 佐藤宏之 1992a『日本旧石器文化の構造と進化』全 362 頁、柏書房、東京
- 佐藤宏之 1992b「北方系削片系細石器石器群と定住化仮説 — 関東地方を中心に —」『法政大学大学院紀要』29、55-83 頁
- Sato, H. 1993. Transitional meanings of Araya microlithic industry at Kanto region in Japan. In *The Origin and Dispersal of Microblade Industry in Northern Eurasia*, edited by H. Kimura, pp. 147-158, Sapporo, Organizing Committee.
- 佐藤宏之 2000「日本列島後期旧石器時代のフレームと北海道及び九州島」『九州旧石器』4、71-82 頁
- 佐藤宏之 2002「環日本海における広郷型細石刃核の分布」大貫静夫編『内蒙古細石器文化の研究』平成 10 ～ 13 年度科学研究費補助金 基盤研究 (C)(2) 研究成果報告書、160-168 頁、東京、東京大学大学院人文社会系研究科
- Sato, H. 2003. Early Upper Paleolithic Industries in Hokkaido, Japan. In *Проблемы Археологии и Палеоэкологии Северной, Восточной и Центральной Азии*, pp. 243-246, Nobosibirsk.
- 佐藤宏之 2003「北海道の後期旧石器時代前半期の様相 - 細石刃文化期以前の石器群 -」『古代文化』55(4)、3-16 頁
- Sato, H. 2004a. Prehistoric obsidian exploitation in the Russian Far East. In *Obsidian and Its Use in Stone Age of East Asia*, pp. 43-51. Meiji University Centre for Obsidian and Lithic Studies.
- Sato, H. 2004b. Lithic procurement and reduction strategy of Hirosato Industry in the Japan Sea Rim Area. *Seonsa wa Koda*, 20: 205-211.
- 佐藤宏之 2005a「日本列島の自然史と人間」『日本の地誌 第 1 巻 日本総論 I (自然編)』80-94 頁、東京、朝倉書店
- 佐藤宏之 2005b「北海道旧石器文化を俯瞰する—北海道とその周辺—」『北海道旧石器文化研究』10、137-146 頁
- 佐藤宏之 2010「東アジアにおける削片系細石刃石器群の伝播」菊池徹夫編『比較考古学の地平』895-904 頁、東京、同成社
- Sato, H. 2011. Did the Japanese obsidian reach the Continental Russian Far East in Upper Paleolithic? In *Emlékkö Violaának: Papers in honour of Viola T. Dobosi*, edited by T.B. Katalin and M. András, pp. 206-223, Hungarian National Museum.

- 佐藤宏之 2011 「荒川台型細石刃石器群の形成と展開 — 稜柱系細石刃石器群の生成プロセスを展望して —」『考古学研究』58(3)、51-68 頁
- 佐藤宏之 2012 「環日本海北部地域における後期旧石器時代の環境変動と先史狩猟採集民の生業適応」『第 26 回北方民族文化シンポジウム報告書』45-54 頁、網走、北海道立北方民族博物館
- Sato, H. in press. Trap-pit hunting in Late Pleistocene Japan. In *The Emergence and Diversity of Modern Human Behavior in Palaeolithic Asia*, edited by M. Izuho, T. Goebel, Y. Kaifu, H. Sato and A. Ono, Texas M&A University Press.
- Sato, H. and T. Tsutsumi, 2007. The Japanese microblade industries: technology, raw material procurement and adaptation. In *Origin and Spread of Microblade Technology in Northern Asia and North America*, edited by Y.V. Kuzmin, S.G. Keats and C. Shen, pp. 53-78, Archaeology Press.
- 佐藤宏之・ヤロスラフ V. クズミン・ミッチェル D. グラスコック 2002 「サハリン島出土の先史時代黒曜石製石器の原産地分析と黒曜石の流通」『北海道考古学』38、1-13 頁
- 佐藤宏之・出穂雅実・山田哲 2011 「旧石器時代の狩猟と動物資源」佐藤宏之・飯沼賢司編『野と原の環境史』、51-71 頁、東京、文一総合出版
- 佐藤宏之編 2008 『環日本海北部地域における人類生態系の構造変動』国際シンポジウム予稿集、全 145 頁、東京、東京大学大学院人文社会系研究科
- 佐藤宏之編 2009a 『黒曜石が開く人類社会の交流』公開シンポジウム予稿集、全 128 頁、東京、東京大学大学院人文社会系研究科
- 佐藤宏之編 2009b 『日本列島北部の更新世 / 完新世移行期における居住形態と文化形成に関する研究』平成 17 ～ 20 年度日本学術振興会学研究費補助金 (基盤研究 (B)) 研究成果報告書、全 245 頁、北見、東京大学大学院人文社会系研究科
- 佐藤宏之編 2010 『黒曜石が開く人類社会の交流Ⅱ』公開シンポジウム予稿集、全 87 頁、東京、東京大学大学院人文社会系研究科
- 佐藤宏之編 2011 『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』総合地球環境学研究所プロジェクト 5-3(サハリン・沿海州班研究成果報告書)、全 261 頁、北見、東京大学大学院人文社会系研究科
- 佐藤雅一 2002 「新潟県津南段丘における石器群研究の現状と課題—後期旧石器時代から縄文時代草創期に残された活動痕跡—」『先史考古学論集』11、1-52 頁
- 佐藤 稔 2002 『オバルベツ 2 遺跡 (2)』全 166 頁、長万部町教育委員会
- Shackley, M.T. (ed.) 1998. *Archaeological Obsidian Studies: Method and Theory*. 243 p., New York, Plenum Press.
- Shackley, M.S. 2005. *Obsidian: Geology and Archaeology in the North American Southwest*. 246p., Tucson, The University of Arizona Press.
- 島田和高 2009 「黒曜石利用のパイオニア期と日本列島人類文化の起源」『駿台史学』135、51-70 頁
- Shimada, K. and N. Ikeya, 2011. Evidence for Obsidian Marine Transportation in the Early Upper Palaeolithic of Japan. In Program of the Dual Symposia: Symposium on *the Emergence and Diversity of Modern Human Behavior in Palaeolithic Asia* & The 4th Annual Meeting of the Asian Palaeolithic Association, edited by M. Izuho, Y. Kaifu, H. Sato and A. Ono, pp.41, National Museum of Nature and Science, Tokyo& Japanese Palaeolithic Research Association.
- 杉浦重信 1987 『東麓郷 1・2 遺跡』全 179 頁、富良野市教育委員会
- 杉原重夫・金成太郎・柴田徹・長井雅史 2009 「北海道、置戸安住遺跡出土黒曜石製遺物の原産地推定」『旧石器研究』5、131-150 頁

Ⅲ-A: 北海道の後期旧石器時代における黒曜石産地の開発と黒曜石の流通

- 杉原荘介・戸沢充則 1975『北海道白滝服部台における細石器文化』全 116 頁 +PL40、東京、明治大学文学部考古学研究室
- 鈴木邦輝 1988『名寄市日進 2 遺跡・日進 31 遺跡』全 125 頁、名寄市教育委員会
- 鈴木宏行・直江康雄 2006『白滝遺跡群 VI』本文編全 543 頁、石器実測・分布図編全 472 頁、写真図版編全 403 頁、江別市、財団法人北海道埋蔵文化財センター
- 鈴木宏行・直江康雄 2007『白滝遺跡群 VIII』全 339 頁 +PL83、江別市、財団法人北海道埋蔵文化財センター
- 高橋啓一 2007「日本列島の鮮新・更新世における陸生哺乳動物相の形成過程」『旧石器研究』3、5-14 頁
- 高橋啓一 2011「最終氷期の環日本海地域における大型哺乳動物相の変遷」佐藤宏之・飯沼賢司編『野と原の環境史』41-50 頁、文一総合出版、東京
- 竹原弘展(パレオ・ラボ) 2010「アンカリト 7 遺跡出土黒曜石の産地推定」『千歳市アンカリト 7 遺跡・アンカリト 9 遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、277-279 頁
- 立木宏明編 1996『樽口遺跡』全 188 頁 +PL145+20、新潟県朝日村教育委員会
- 辻 秀子 1977『勢雄遺跡 - 先土器遺跡の発掘調査 - 』全 108 頁、更別村教育委員会
- 辻 秀子・宮 宏明 1985『居辺遺跡』全 320 頁、上士幌町教育委員会
- 鶴丸俊明 1977「黒曜石分析」『勢雄遺跡』更別村教育委員会、39-40 頁
- 寺崎康史 1990『神丘 2 遺跡』全 136 頁 +PL30、今金町教育委員会
- 寺崎康史 2005「北海道南西部の旧石器時代における黒曜石の利用」『北海道旧石器文化研究』10、101-108 頁
- 戸沢充則 1967「北海道置戸安住遺跡の調査とその石器群」『考古学集刊』3(3)、1-45 頁
- 友田哲弘 1996「小型原石産出地における石材の活用について」『北海道考古学』32、63-74 頁
- 豊原熙司・坂井通子 2011「安住遺跡(置戸町)出土の石器」『釧路川』20、1-4 頁
- 直江康雄 2004「VIII 1 上白滝 8 遺跡「白滝 I 群」(Sb-1~13)について」『白滝遺跡群 IV』江別市、北海道埋蔵文化財センター、321-337 頁
- 直江康雄 2008『白滝遺跡群 IX』本文編全 427 頁、石器実測・分布図編全 444 頁、写真図版編全 239 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 直江康雄 2009『白滝遺跡群 X』全 294 頁 +PL63、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 直江康雄 2012『白滝遺跡群 XII』本文・石器実測図・分布図編全 587 頁、一覧表全 109 頁 +PL283、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 直江康雄・鈴木宏行 2007『白滝遺跡群 VII』本文編全 465 頁、石器実測・分布図編全 523 頁、写真図版編全 325 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 直江康雄・長崎潤一 2005「北海道後期旧石器時代前半期の石材消費戦略 - 白滝 I a 群と祝梅遺跡三角山地点 -」『北海道旧石器文化研究』10、45-58 頁
- 長沼 孝・西田 茂・花岡正光・畑 宏明 1985『美利河 1 遺跡』全 355 頁 +PL51、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 長沼 孝・花岡正光・森 秀之 1988『石川 1 遺跡』全 319 頁 +PL80、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 長沼 孝・鈴木宏行・坂本尚史・直江康雄 2000『白滝遺跡群 I』全 306 頁 +PL77、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 長沼 孝・鈴木宏行・直江康雄・越田雅司 2001『白滝遺跡群 II』本文編全 409 頁、石器実測・分布図編全 325 頁、写真図版編全 312 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 長沼 孝・鈴木宏行・直江康雄 2002『白滝遺跡群 III』本文編全 543 頁、石器実測・分布図編全 534 頁、写真図版編全 382 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 長沼 孝・鈴木宏行・直江康雄 2004『白滝遺跡群 IV』本文編全 485 頁、石器実測・分布図編全 586 頁、写真図版編全 405 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター

- 長沼 孝・前田正憲・森岡健治・花岡正光 1990『栄町 5 遺跡』全 200 頁 +PL60、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 西田 茂・石川 朗・佐藤和雄・谷島由貴 1987『嵐山 2 遺跡』全 138 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 西田 茂・三浦正人・鈴木 信・中田裕香・吉田裕吏洋・大泰司統 1999『ユカンボシ C15 遺跡 (2)』全 485 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 日本旧石器学会 2010『日本列島の旧石器時代遺跡 — 日本旧石器 (先土器・岩宿) 時代遺跡のデータベース』全 377 頁、東京、日本旧石器学会
- 日本考古学協会 2011 年度栃木大会実行委員会 2011「シンポジウム I 石器時代における石材利用の地域相 — 黒曜石を中心として」『一般社団法人日本考古学協会 2011 年度栃木大会研究発表資料集』9-306 頁
- 畑 宏明 1985「VI 湯の里 4 遺跡の調査」『湯の里遺跡群』江別市、北海道埋蔵文化財センター、107-257 頁
- 東村武信・藁科哲男 1995「帯広市宮本遺跡他出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」『帯広・宮本遺跡 2』帯広市教育委員会、65-74 頁
- 福井淳一・越田賢一郎 1999『柏台 1 遺跡』全 311 頁 +PL52、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 福井常則 2005「札内 K 遺跡出土の黒曜石製石器、剥片の原材産地分析・水和層年代測定」『札内 K 遺跡 II 調査報告書』幕別町教育委員会、112-124 頁
- 藤本 強 1964「北海道常呂郡留辺蘂町紅葉山遺跡発掘調査報告」『考古学雑誌』50(2)、1-20 頁
- 松村愉文・瀬下直人 2003『白滝第 30 地点遺跡』全 273 頁、白滝村教育委員会
- 三浦正人・越田雅司・末光正卓・愛場和人・阿部明義・広田良成 2010『千歳市アンカリトー 7 遺跡・アンカリトー 9 遺跡』全 300 頁 +PL58、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 皆川洋一・笠原興 1998『千歳市キウス 7 遺跡 (5)』全 270 頁 +PL94、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 宮尾 亨 1997「北海道今金町美利河 1 遺跡 K 地点」『第 11 回東北日本の旧石器文化を語る会予稿集』47-59 頁
- 宮 宏明編 1985『広郷 8 遺跡 (II)』全 191 頁、北見市立郷土博物館
- 村田 大・新家水奈・中山昭大 2012『更別村香川遺跡』全 41 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 明治大学古文化財研究所 2009「日東遺跡」『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> -』東京、46-49 頁
- 明治大学古文化財研究所 2011「白滝服部台遺跡」『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 <2> -』東京、47-72 頁
- 森内幸雄 1999『日新 F 遺跡』全 78 頁、幕別町教育委員会
- 森田知忠・青柳文吉・遠藤香澄・野中一宏・田中哲郎・森秀之・石川朗 1985『美沢川流域の遺跡群 VIII』全 270 頁、江別市、北海道埋蔵文化財センター
- 山田 哲 2006『北海道における細石刃石器群の研究』全 244 頁、東京、六一書房
- 山原敏朗 1999『帯広・落合遺跡 2』全 84 頁、帯広市教育委員会
- 山原敏朗 2000「十勝平野における細石刃核の変形について - 帯広市上似平遺跡 A ブロックの接合資料から -」『北海道旧石器文化研究』5、43-53 頁
- 山原敏朗 2002a『帯広・落合遺跡 3』全 69 頁、帯広市教育委員会
- 山原敏朗 2002b「上似平遺跡から出土した旧石器文化遺物の黒曜石原材産地分析についての補足説明」『帯広百年記念館紀要』20、53-56 頁
- 山原敏朗 2002c「帯広市上似平遺跡 A ブロック出土の細石刃に関する考察」『旧石器考古学』63、51-65 頁
- 横山英介・吉崎昌一 1974『祝梅三角山地点』全 37 頁 + 付図 4、PL10、千歳市教育委員会
- 吉谷昭彦・水舟一郎 2001「居辺 17 遺跡から出土した黒曜岩の原産地の推定について」『上士幌町・居辺 17 遺跡』上士幌町教育委員会、82-97 頁
- 和田恵治・佐野恭平 2011「白滝黒曜石の化学組成と微細組織」『旧石器研究』7、57-73 頁

Ⅲ-A: 北海道の後期旧石器時代における黒曜石産地の開発と黒曜石の流通

- 藁科哲男 1992 「清水町共栄 3、東松沢 2、芽室町北明 1 遺跡ほか出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」『清水町上清水 2 遺跡・共栄 3 遺跡 (2)・東松沢 2 遺跡 芽室町北明遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、303-316 頁
- 藁科哲男 1993 「帯広市落合、上似乎、暁、空港南 A 遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」『帯広百年記念館紀要』11、7-16 頁
- 藁科哲男 1997 「帯広市稲田 1 遺跡他出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」『帯広・稲田 1 遺跡』帯広市教育委員会、81-89 頁
- 藁科哲男 1998a 「ユカンボシ E10 遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」『ユカンボシ E10 遺跡』、江別市、北海道埋蔵文化財センター、105-114 頁
- 藁科哲男 1998b 「黒曜石・安山岩製遺物の原材産地分析」『北進遺跡Ⅱ』北見市教育委員会・北網圏北見文化センター、27-38 頁
- 藁科哲男 1998c 「キウス 5 遺跡 B 地区・C 地区出土の黒曜石製遺物の原材産地分析および黒曜石製遺物の非破壊分析による水和層の測定」『キウス 5 遺跡 (6)B 地区・C 地区』江別市、北海道埋蔵文化財センター、169-186 頁
- 藁科哲男 1998d 「キウス 7 遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」『キウス 7 遺跡 (5)』江別市、北海道埋蔵文化財センター、235-248 頁
- 藁科哲男 1999a 「落合遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析および黒曜石製遺物の非破壊分析による水和層の測定」『帯広・落合遺跡 2』帯広市教育委員会、63-70 頁
- 藁科哲男 1999b 「柏台 1 遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析および黒曜石製遺物の非破壊分析による水和層年代の測定」『柏台 1 遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、211-224 頁
- 藁科哲男 1999c 「ユカンボシ C15 遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析および黒曜石製遺物の非破壊分析による水和層の測定」『ユカンボシ C15 遺跡 (2)』江別市、北海道埋蔵文化財センター、474-483 頁
- 藁科哲男 2000a 「川西 C 遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析」『帯広・川西 C 遺跡 2』帯広市教育委員会、79-85 頁
- 藁科哲男 2000b 「芽室町北伏古 2 遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析および非破壊分析による水和層の測定」『北伏古 2 遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、31-40 頁
- 藁科哲男 2000c 「赤井川村都遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析および非破壊分析による水和層の測定」『都遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、65-74 頁
- 藁科哲男 2000d 「黒曜石製遺物の原材産地分析」『南丘 4 遺跡』北見市教育委員会・北網圏北見文化センター、21-29 頁
- 藁科哲男 2000e 「上白滝 7 遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析および非破壊分析による水和層の測定」『白滝遺跡群Ⅰ』江別市、北海道埋蔵文化財センター、219-233 頁
- 藁科哲男 2000f 「東町遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析および非破壊分析による水和層の測定」『東町遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、67-77 頁
- 藁科哲男 2001a 「Ⅳ 4 上白滝 2・上白滝 6・北支湧別 4 遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地および非破壊分析による水和層の測定」『白滝遺跡群Ⅱ』江別市、北海道埋蔵文化財センター、235-247 頁
- 藁科哲男 2001b 「第 2 節 黒曜石産地同定」『史跡ユクエピラチャシ跡』陸別町教育委員会、70-77 頁
- 藁科哲男 2002a 「Ⅴ 4 自然科学的分析等 奥白滝 1・上白滝 5・北支湧別 4 遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析および非破壊分析による水和層の推定」『白滝遺跡群Ⅲ』江別市、北海道埋蔵文化財センター、295-316 頁
- 藁科哲男 2002b 「上似乎遺跡出土の旧石器時代黒曜石細石刃、石片の原材産地分析」『帯広百年記念館紀要』20、43-52 頁
- 藁科哲男 2002c 「落合遺跡および関連遺跡出土の黒曜石製石器、石片の原材産地分析」『帯広・落合遺跡 3』帯広市教育委員会、25-34 頁

- 藁科哲男 2002d「2 オバルベツ 2 遺跡出土の黒曜石製石器の原産地分析および非破壊分析による水和層の測定」『オバルベツ 2 遺跡 (2)』長万部町教育委員会、144-155 頁
- 藁科哲男 2003a「納内 9 遺跡出土の黒曜石、安山岩製石器、剥片の原産地分析」『納内 9 遺跡』深川市教育委員会、36-44 頁
- 藁科哲男 2003b「オリイカ 2 遺跡出土の黒曜石製石器・剥片の原産地分析」『オリイカ 2 遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、169-178 頁
- 藁科哲男 2004a「若葉の森遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」『帯広・若葉の森遺跡』帯広市教育委員会、107-116 頁
- 藁科哲男 2004b「4 上白滝 8・上白滝 6 遺跡出土の黒曜石製石器の原産地分析および非破壊分析による水和層の測定」『白滝遺跡群Ⅳ』江別市、北海道埋蔵文化財センター、298-320 頁
- 藁科哲男 2006「上白滝 8 遺跡出土の黒曜石製石器の原産地分析・水和層測定」『白滝遺跡群Ⅵ』江別市、北海道埋蔵文化財センター、283-301 頁
- 藁科哲男 2007「服部台 2・奥白滝 1 遺跡出土の黒曜石製石器の原産地分析・水和層測定」『白滝遺跡群Ⅶ』江別市、北海道埋蔵文化財センター、275-296 頁
- 藁科哲男・近堂祐弘 2000「オバルベツ 2 遺跡出土の旧石器に伴う黒曜石剥片の原産地分析と水和層年代」『長万部町オバルベツ 2 遺跡 (2)』札幌市、北海道文化財保護協会、1-6 頁
- 藁科哲男・東村武信 1984「北見市内における遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」『北見郷土博物館紀要』14、1-13 頁
- 藁科哲男・東村武信 1985a「湯の里遺跡出土の黒曜石遺物の原産地分析」『湯の里遺跡群』江別市、北海道埋蔵文化財センター、201-214 頁
- 藁科哲男・東村武信 1985b「美利河 1 遺跡出土の黒曜石遺物の原産地分析」『美利河 1 遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、270-281 頁
- 藁科哲男・東村武信 1987a「嵐山 2 遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」『嵐山 2 遺跡』江別市、財団法人北海道埋蔵文化財センター、128-138 頁
- 藁科哲男・東村武信 1987b「東麓郷 1・2 遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」『東麓郷 1・2 遺跡』富良野市教育委員会、83-108 頁
- 藁科哲男・東村武信 1988a「日進 2 遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」『名寄市日進 2 遺跡・日進 31 遺跡』名寄市教育委員会、69-82 頁
- 藁科哲男・東村武信 1988b「新道 4 遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」『新道 4 遺跡』江別市、北海道埋蔵文化財センター、121-124 頁
- 藁科哲男・東村武信 1995「帯広市南町 1,2 遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」『帯広・南町遺跡』帯広市教育委員会、97-104 頁

英文要旨

Obsidian source exploitation and its circulation in the Upper Paleolithic Hokkaido

Hiroyuki Sato and Miyuki Yakushige

Obsidian was used mainly for the lithic raw material in Upper Paleolithic Hokkaido. The authors discuss the diachronic change of the obsidian usage pattern based on the compiling data which obsidian source analysis has been carried out as far.

Using nearest major obsidian source are dominated in archaeological sites through all UP, but the ratios of following second using obsidian are different tendencies according with each stages or industries. Shirataki, Tokachi, Oketo and Akaigawa are 4 major obsidian sources in Hokkaido. The former two, Shirataki and Tokachi, are distributed widely in entire Hokkaido during UP, however, the latter two, Oketo and Akaigawa, are limited to be used in the sites near each sources in Early UP and after, in Late UP, become to distribute widely beyond the central mountains, but the amount of circulation are poor. Oketo and Akaigawa obsidian were likely to be utilized in a complementary style.

The epoch of change in the obsidian usage pattern seen from the its composition ratio in each sites is not the transition from the EUP to LUP, when microblade industries had emerged in Hokkaido, but the one from the early Early Microblade Industry stage to the early Late Microblade Industry stage, when real Yubetsu Method microblade industries had appeared. In this stage the Sakkotsu Microblade Industry is combined strongly with Shirataki obsidian, however, it is also combined with Tokachi obsidian in the Ishikari lowland. In reverse, in the same stage the Tougeshita Microblade Industry tends to be used the obsidian near the sites.

In the Late Microblade Industry stage the relevance between industries and particular sources became actualized. The Shirataki Microblade Industry is to be recognized to be involved with Shirataki obsidian. Oketo obsidian had not been observed in wide distribution during UP without the Hirosato Microblade Industry, in which solely usage of Oketo obsidian was recognized. Exploitation of small obsidian sources such as Chikabumidai and Nayoro is the characteristics in this stage.

Key Words: Upper Paleolithic, Obsidian, obsidian source analysis, Usage pattern of obsidian sources, Hokkaido

B. 北海道勇払郡厚真町上幌内モイ遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群における石器石材の調達とリダクション戦略

出穂雅実・ジェフリー R. ファーガソン・マイケル D. グラスコック・

尾田識好・赤井文人・中沢祐一・佐藤宏之

1. はじめに

本論では、(1) 上幌内モイ遺跡の概要を述べ、(2) 接合分析と個々のツールの技術形態的分析を通じて石器群のリダクション・シーケンスを把握し、それに(3) 蛍光 X 線分析 (XRF) と放射化分析 (NAA) による黒曜石産地同定結果を組み合わせ、後期旧石器時代狩猟採集民の石器石材の調達とリダクション戦略を再構成する。なお、本論の内容の一部は、II -E の分析結果にその意義を加えた英語論文として査読雑誌に投稿中であることを付記しておく。

2. 上幌内モイ遺跡の概要

上幌内モイ遺跡は北海道中央部石狩低地帯南部の東縁に位置する (N42° 47' 15"、E141° 59' 56") (図 72)。周辺の景観は、夕張山地 (C5 - 1) に区分され、山地に囲まれた谷状の地形をなす (小疇他 2003)。遺跡は、厚真川上流の左岸段丘上に立地する。標高は 65.6m である。

2004 年と 2005 年に発掘調査が実施された。発掘調査面積は合計 8,460 m² である (厚真町教育委員会 2006)。

旧石器コンポーネントは、T3 と区分された現河床から 3 段目の河岸段丘上で検出された。遺物産

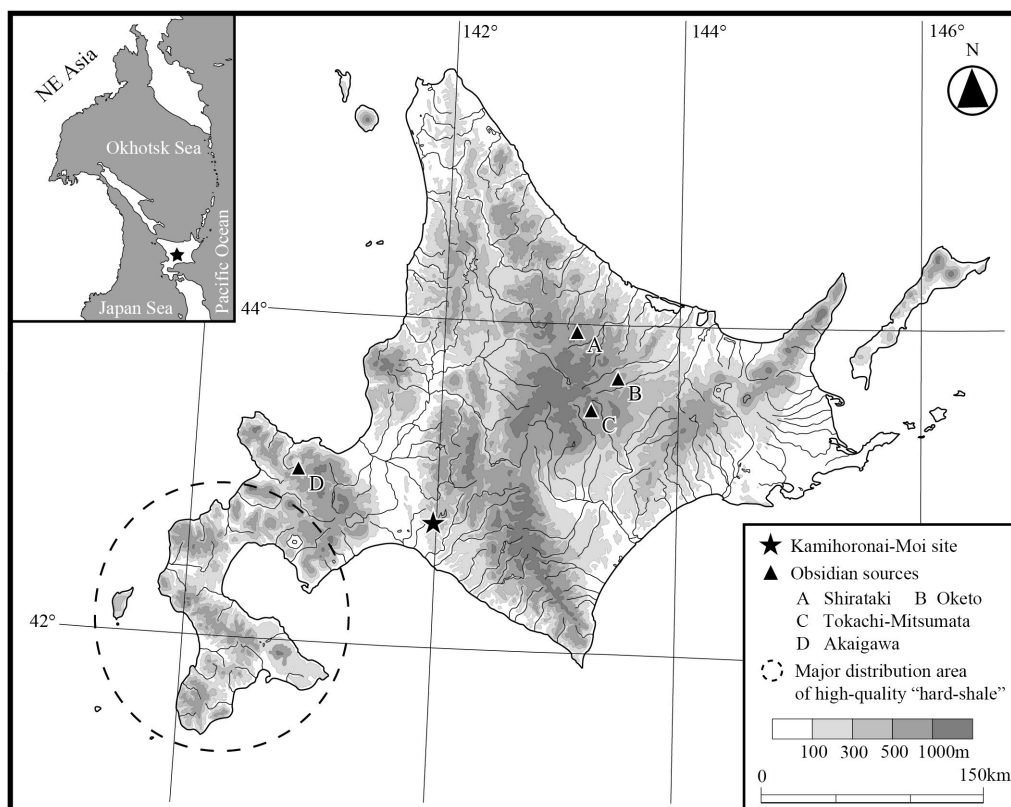


図 72 遺跡の位置

表 23 出土石器の組成

Stone tool type	Obsidian		“Hard-shale”		Agate		Sand stone		Total	
	No.	Weight (g)	No.	Weight (g)	No.	Weight (g)	No.	Weight (g)	No.	Weight (g)
Microblade	165	25.19	—	—	—	—	—	—	165	25.19
Microblade core	3	82.19	—	—	—	—	—	—	3	82.19
Endscraper	—	—	2	11.67	—	—	—	—	2	11.67
Burin	—	—	1	15.09	—	—	—	—	1	15.09
Sidescraper	5	67.58	1	0.15	—	—	—	—	6	67.73
Perforator	—	—	—	—	1	0.22	—	—	1	0.22
Retouched flake	—	—	1	4.20	—	—	—	—	1	4.20
Burin spall	—	—	10	1.83	—	—	—	—	10	1.83
Flake	881	227.23	330	49.34	—	—	—	—	1211	276.57
Pebble	—	—	—	—	—	—	12	458.57	12	458.57
Total	1054	402.19	345	82.28	1	0.22	12	458.57	1412	943.26

出層準はユニット VII 下部である。ユニット VII 下部は、T3 全域を覆う風成ユニットで、恵庭 a テフラ (En-a) と樽前 d テフラ (Ta-d) に挟まれたローム層 (層厚 10cm) である。これらは、埋没後擾乱をほとんど被っていないと判断された。このコンポーネントは、18,500 ~ 17,200 cal BP と年代づけられた (Izuho et al. 2009、出穂他 2013)。

ユニット VII 下部の 1 箇所の石器集中から、1,412 点の石器が出土した。主要な石器は、細石刃 (図 73:1 ~ 22)、彫器 (26)、搔器 (27・28)、削器 (29 ~ 34)、錐形石器 (35)、二次加工剥片 (36)、細石刃核 (23 ~ 25) である。細石刃核は、札滑型 (鶴丸 1979) に分類される。石器石材は黒曜石 (1,054 点、74.6%) が主体となる。これらは札滑型細石刃核を伴う石器群に関連するものであり、後期旧石器時代後半期の前期後葉細石刃石器群に属する (山田^哲 2006)。

3. 分析対象とその黒曜石産地同定結果

分析対象は、上幌内モイ遺跡旧石器地点から出土した 1,412 点の石器である (表 23)。赤井 (2008) により、石質別分類と接合分析を通じて石器石材ごとのリダクション・シーケンスの内容が詳細に述べられているため、ここではそれを用いる。

黒曜石遺物 186 点の XRF 分析と NAA 分析の結果、および黒曜石のサイズと質を踏まえると、分析試料はすべて十勝三股黒曜石と判定するのが妥当と結論づけられた (詳細は II -E を参照)。

4. リダクション・シーケンス

(1) 黒曜石

プライマリー・リダクション技術は、細石刃技術である。両面調整石器の製作と、札滑型細石刃核からの細石刃剥離に分けることができる (表 24)。

図 74:7 は両面調整石器 (最大長 95mm、最大幅 55mm、最大厚 25mm) として遺跡に搬入された。接合している剥片にわずかに岩屑面が残置していることから、岩屑・角礫を素材としていることが窺われる。遺跡では、(1) 両面調整石器の製作、(2) その半割、(3) 半割された両方のブランクからの細石刃剥離が行われた。7b 下部の細石刃核では片側端部、7b 上部の細石刃核では両側端部から多くの細石刃が剥離されている。一部の細石刃と剥片が遺跡外へ持ち出された。8 ~ 12 はいずれも両面調整石器の製作過程を示す。遺跡に複数個体の両面調整石器が持ち込まれ、その調整が遺跡において行われた。両面調整石器と一部の剥片が遺跡外へ搬出された。1 ~ 6 は細石刃剥離を示す。遺跡に細

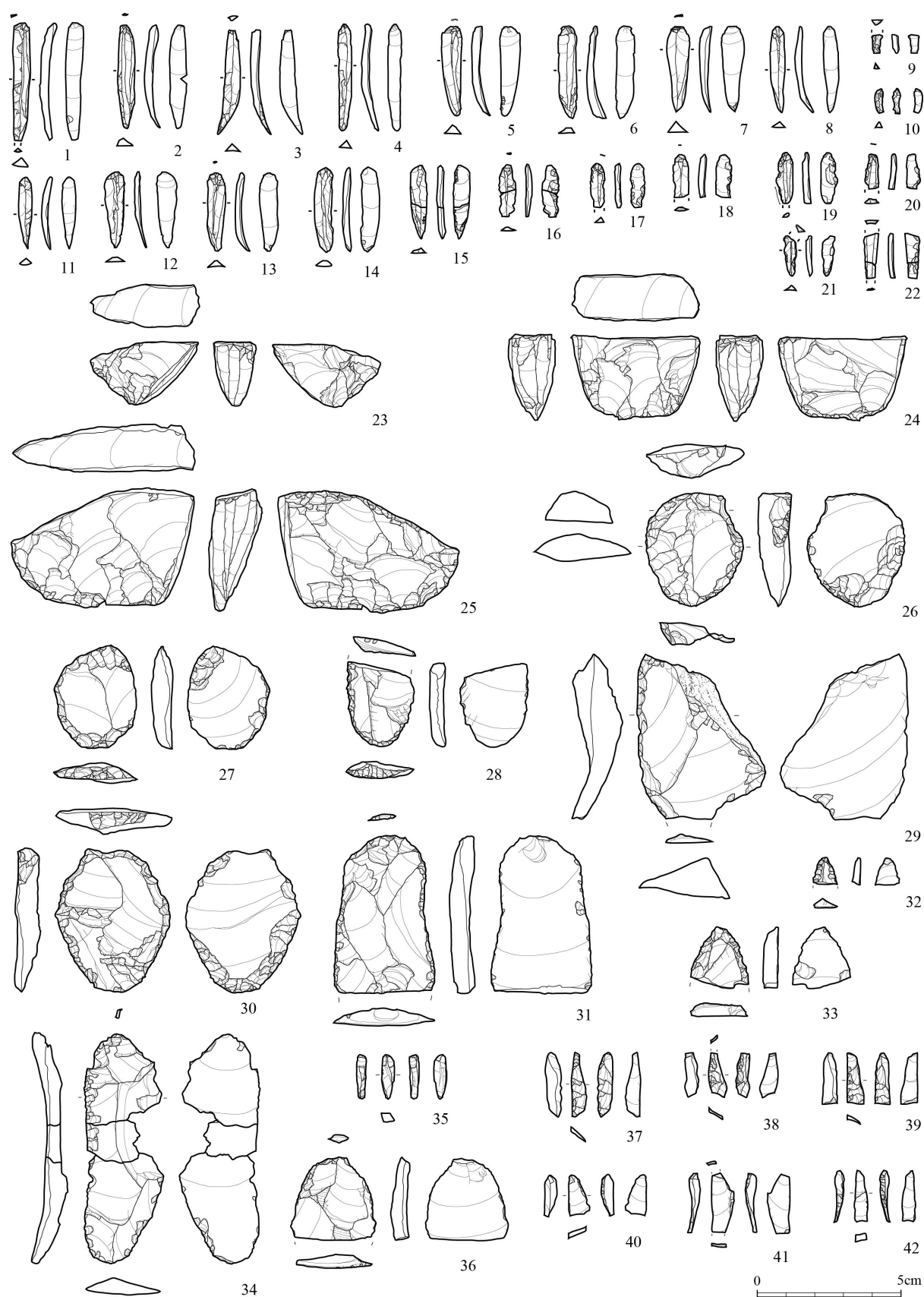


図 73 出土資料

Ⅲ-B: 北海道勇払郡厚真町上幌内モイ遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群における
石器石材の調達とリダクション戦略

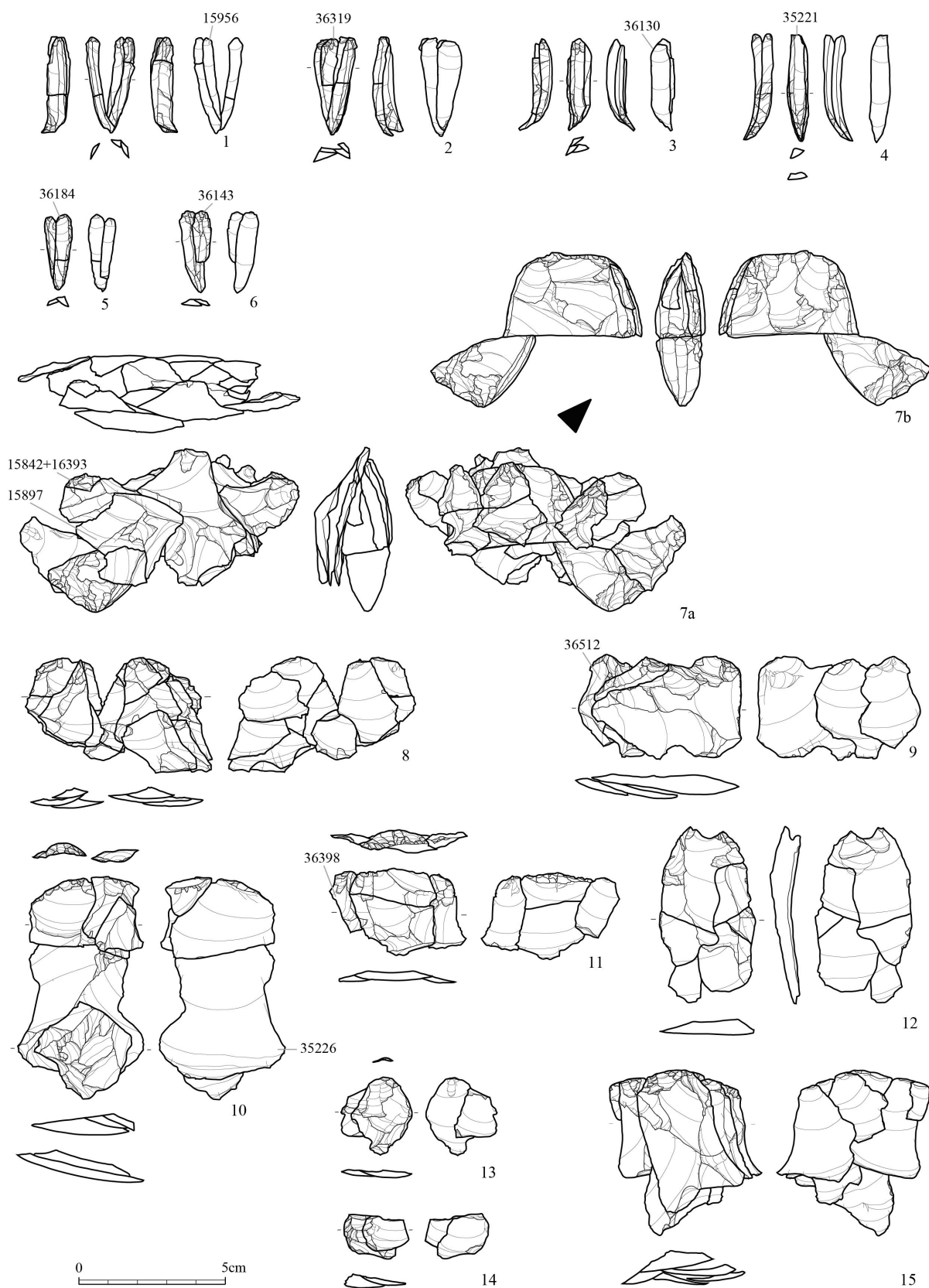


図 74 主要な接合資料

表 24-1 主要な接合資料一覧

Refitted artifact (N)	Lithic raw material	Refitted artifact No.	Stone tool type	No. in Fig3.	On site reduction	Artifact No. analyzed by XRF	Source assignment
5	obs.	17052	Microblade	1	Microblade reduction	15956 (MIH154)	Tokachi-Mitsumata
		35398					
		15956	Microblade				
		36170	Microblade				
35217							
3	obs.	17303	Microblade	3	Microblade reduction	36130 (MIH252)	Tokachi-Mitsumata
		35220	Microblade				
		36130	Microblade				
2	obs.	35221	Microblade	4	Microblade reduction	35221 (MIH215)	Tokachi-Mitsumata
		36119	Microblade				
5	obs.	35216	Microblade	2	Microblade reduction	36319 (MIH280)	Tokachi-Mitsumata
		35279					
		36138	Microblade				
		36319	Microblade				
2	obs.	36121	Microblade	-	Microblade reduction	36293 (MIH277)	Tokachi-Mitsumata
		36293	Microblade				
2	obs.	36228	Microblade	6	Microblade reduction	36143 (MIH262)	Tokachi-Mitsumata
		36450	Microblade				
3	obs.	36143	Microblade	5	Microblade reduction	36184 (MIH267)	Tokachi-Mitsumata
		36184	Microblade				
2	obs.	36137	Microblade	-	Microblade reduction	36141 (MIH260)	Tokachi-Mitsumata
		36132	Microblade				
26	obs.	16434	Microblade	7	Biface and Microblade reduction	15897, 15842, 16393 (MIH133)	Tokachi-Mitsumata
		36141	Microblade				
		15897	Flake				
		15842	Flake				
		16393	Flake				
		36409	Flake				
		36240	Flake				
		15904	Flake				
		17008	Flake				
		15957	Flake				
		16860					
		17015					
		15928					
		15895	Flake				
		15954	Flake				
		35209	Flake				
		35318	Flake				
		35206	Flake				
		35229	Flake				
		36374	Flake				
		36593	Flake				
		17028	Flake				
		35211	Flake				
		35312	Microblade				
		35085					
		17035	Microblade				
14449	Microblade core						
36333	Microblade core						
4	obs.	35254	Flake	11	Biface reduction	36398 (MIH292)	Tokachi-Mitsumata
		35255					
		35207	Flake				
		36398	Flake				
3	obs.	35228	Flake	9	Biface reduction	36512 (MIH298)	Tokachi-Mitsumata
		36512	Flake				
		36574	Flake				

Ⅲ -B: 北海道勇払郡厚真町上幌内モイ遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群における
石器石材の調達とリダクション戦略

表 24-2 主要な接合資料一覧

Refitted artifact (N)	Lithic raw material	Refitted artifact No.	Stone tool type	No. in Fig3.	On site reduction	Artifact No. analyzed by XRF	Source assignment	
5	obs.	36505	Flake	10	Biface reduction	35226 (MIH218)	Tokachi- Mitsumata	
		35226						
		36595	Flake					
		35268	Flake					
		35205	Flake					
13	obs.	35376	Flake	8	Biface reduction	-	-	
		35434						
		35377						
		35392	Flake					
		15930						
		36190						
		36507						Flake
		35236						Flake
		15847	Flake					
		36600	Flake					
		36481						
36369								
35224	Flake							
3	obs.	15888	Flake	-	Biface reduction	17026 (MIH184)	Tokachi- Mitsumata	
		17026						
		15884	Flake					
7	hard-sha.	35368	Flake	15	Biface reduction	-	-	
		35334	Flake					
		35241	Flake					
		35291	Flake					
		35246	Flake					
		35370	Flake					
36212	Flake							
2	hard-sha.	35245	Flake	13	Biface reduction	-	-	
		17050	Flake					
2	hard-sha.	36123	Flake	14	Biface reduction	-	-	
		17048	Flake					
3	hard-sha.	35356	Flake	-	Biface reduction	-	-	
		15346	Flake					
		35304						

石刃核が持ち込まれて細石刃剥離が行われた。接合はしていないが、7の一連のリダクション、8～12の両面調整石器の製作、あるいは図 73:25 の細石刃核に関連する可能性がある。

図 73:29～31・33・34 は削器である。これらは両面調整石器の製作過程で生じる薄形で背面が複数方向からの剥離面で構成される剥片を素材としている。個々の削器は、石質が異なり、サイズ（最大長 50mm 以上）が遺跡内で剥離された剥片のサイズ（最大長 30～40mm 以下）よりも大きく、さらに二次加工の頻度がそれぞれ大きく異なることから、一度に作られたものではなく、おそらく上幌内モイ遺跡に来る以前に製作・使用されたものを含む可能性が高い。

(2) “硬質頁岩”

両面調整石器の製作と、彫器と搔器の刃部形成・再生とにリダクション・シーケンスを分けることができる（表 24）。

図 74:13～15 はいずれも両面調整石器の製作過程を示す。遺跡に複数個体の両面調整石器が持ち込まれ、その調整が遺跡において行われた。両面調整石器と一部の剥片が遺跡外へ搬出された。

図 73:26 と 37～42 はそれぞれ彫器と彫器削片、27・28 は搔器、36 は二次加工剥片である。黒曜

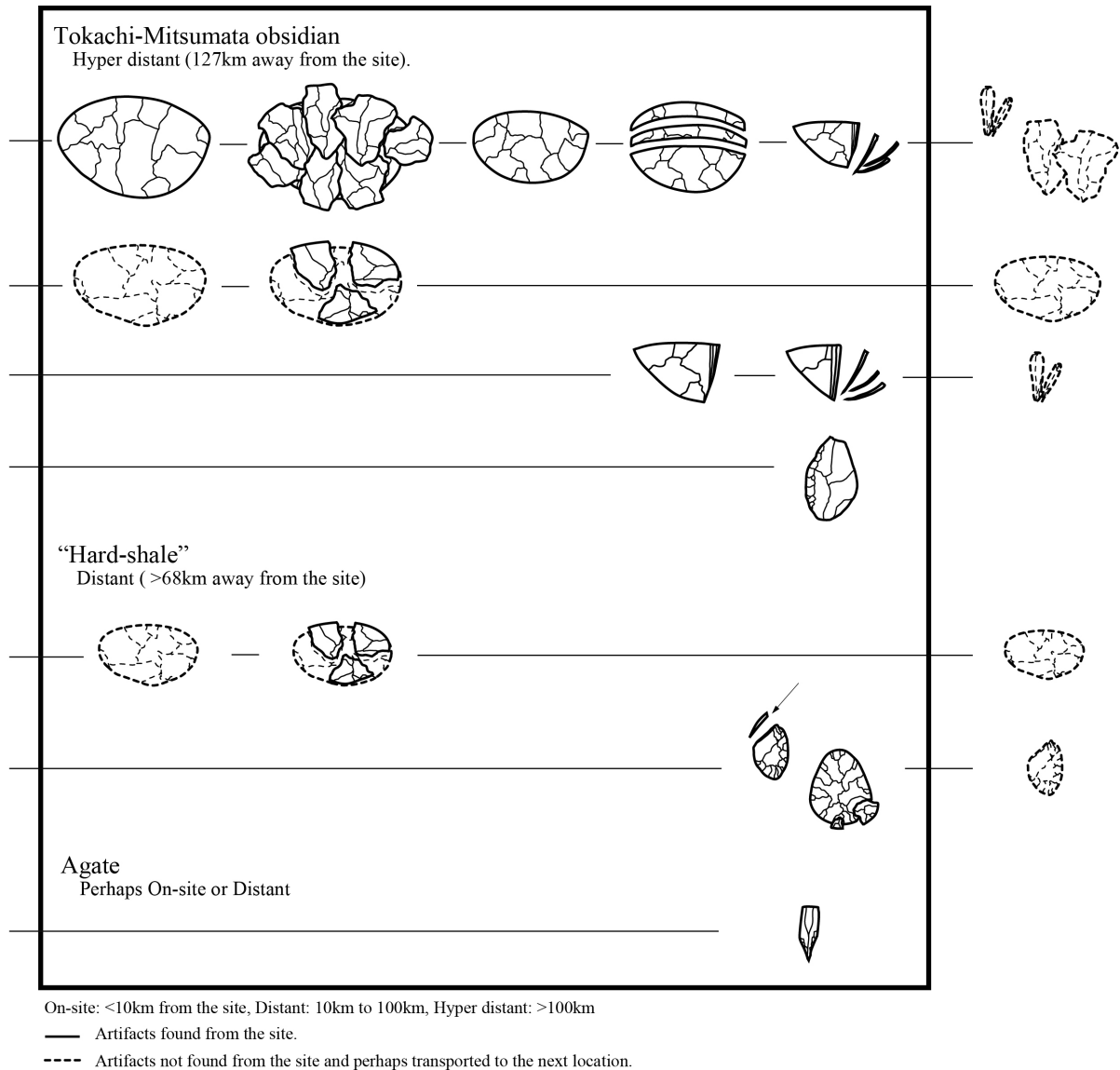


図 75 リダクション・シーケンスの模式図

石と同様、ツールは両面調整石器の調整剥片を素材としている。いずれもツール素材もしくはツールとして遺跡に持ち込まれた。刃部の形成・再生が遺跡において行われ、それぞれ放棄された。彫器に比して多くの削片が遺存していることから、一部の彫器が遺跡外へ搬出された可能性がある。

(3) メノウ

メノウは錐形石器（図 73:35）のみである。両極剥離による剥片を素材とする。ツール素材もしくはツールとして搬入され、以前の地点もしくは遺跡において錐部が形成された。

5. 石器石材の調達とリダクション戦略の再構成

図 75 に石器石材ごとのリダクション・シーケンスをまとめた。

上幌内モイ遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群においては、十勝三股の一次産地で調達された黒曜石岩屑・角礫を素材とした複数の両面調整石器、細石刃核、およびツール素材もしくは削器が持ち込まれ、両面調整石器の製作、細石刃剥離、および削器の刃部形成・再生が遺跡において行われた。

Ⅲ-B: 北海道勇払郡厚真町上幌内モイ遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群における 石器石材の調達とリダクション戦略

一部の両面調整石器、細石刃、剥片が遺跡外へ持ち出された。

“硬質頁岩”は遺跡に複数の両面調整石器およびツール素材もしくはツール（彫器、搔器、削器）が搬入され、両面調整石器の製作とツールの刃部形成・再生が遺跡において行われた。両面調整石器と一部の彫器が遺跡外へ搬出された。メノウは、ツール素材もしくは錐形石器が持ち込まれ、以前の地点もしくは遺跡において錐部が形成された。

上幌内モイ遺跡から十勝三股黒曜石の一次産地までの距離は 127km で、超遠隔地（100km 以上）に区分される。“硬質頁岩”の確実な産地は同定できないが、周辺で知られる再近隣の産地（出穂 1997、山田_和2007）までは 67km で、遠隔地（10～100km）の可能性はある。メノウについては、詳細は不明である。

超遠隔地の十勝三股黒曜石だけによって石器が製作・使用され、放棄される一方、一部が搬出されるという、上幌内モイ遺跡の黒曜石利用パターンは、札滑型細石刃核を伴う石器群における石器石材の調達とリダクション戦略との関係を検討する上で注目される。このパターンは、同じく超遠隔地の白滝赤石山黒曜石が主体となる帯広市南町 2 遺跡上層（本書Ⅲ-C 参照）に類似する。筆者らは、南町 2 遺跡上層の他に帯広市暁遺跡第 1 地点、千歳市オルイカ 2 遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群において XRF と NAA による黒曜石産地同定分析を実施し、黒曜石利用パターンを行動論的に説明するためのデータの蓄積と分析を進めている。今後はこれらの比較検討を通じて、後期旧石器時代狩猟採集民の移動戦略を復元していきたいと考えている。

引用文献

- 赤井文人 2008 「上幌内モイ石器群の剥離過程」『論集忍路子』Ⅱ、83-97 頁
- 厚真町教育委員会 2006 『上幌内モイ遺跡（1）』、厚真
- 出穂雅実 1997 「常呂川流域における石器石材の基礎研究」『北海道旧石器文化研究』第 2 号、1-14 頁
- 出穂雅実・國木田大・尾田識好・山原敏郎・北沢 実 2013 「北海道十勝平野の後期旧石器時代遺跡の地質編年：新たな AMS 放射性炭素年代の追加とその意義」『旧石器研究』第 9 号、137-148 頁
- Izuho, M., Nakazawa, Y., Akai, F., Soda, T., and Oda, H. 2009. Geoarchaeological Investigation at the Upper Paleolithic Site of Kamihoronai-Moi, Hokkaido, Japan. *Geoarchaeology*, 24 (4) : 492-517.
- 小嶋 尚・野上通男・小野有五・平川一臣 2003 『日本の地形 2：北海道』、東京大学出版会、東京
- 鶴丸俊明 1979 「北海道地方の細石刃文化」『駿台史学』第 47 号、23-50 頁
- 山田和史 2005 「細石刃石器群前半期の石材獲得戦略」『Aru:k』第 1 号、65-78 頁
- 山田 哲 2006 『北海道における細石刃石器群の研究』、六一書房、東京

C. 北海道帯広市南町 2 遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群における 石器石材の調達とリダクション戦略

出穂雅実・ジェフリー R. ファーガソン・尾田識好・
赤井文人・中沢祐一・山原敏朗

1. はじめに

本論では、(1) 南町 2 遺跡の概要を述べ、(2) 接合分析と個々のツールの技術形態的分析を通じて石器群のリダクション・シーケンスを把握し、それに (3) 蛍光 X 線分析 (XRF) による黒曜石産地同定結果を組み合わせ、後期旧石器時代狩猟採集民の石器石材の調達とリダクション戦略を再構成する。

2. 南町 2 遺跡の概要

南町 2 遺跡は北海道南東部十勝平野に位置する (N42°52'・E143°10') (図 76)。周辺の景観は南部台地群 (B3 - 5) に区分され、緩やかな台地が卓越する (小疇ほか 2003)。遺跡は、売買川沿いの河岸段丘のうち、基松面の段丘崖から売買川を望む平坦面に立地する。標高は 79m である。1994 年に帯広市教育委員会により発掘調査が実施された。発掘調査面積は 4,200m² である (帯広市教育委員会 1995)。

考古学的コンポーネント産出層準は、I 層 (縄文)、III 層 (細石刃石器群)、IV 層 (細石刃石器群)、VI 層 (剥片石器群) である。剥片石器群産出層準の VI 層は、段丘を覆う風成ユニットのうち、プライマリーな支笏第一テフラ (Spfa-1) と恵庭 a テフラ (En-a) に挟まれたローム層であり、細石刃石

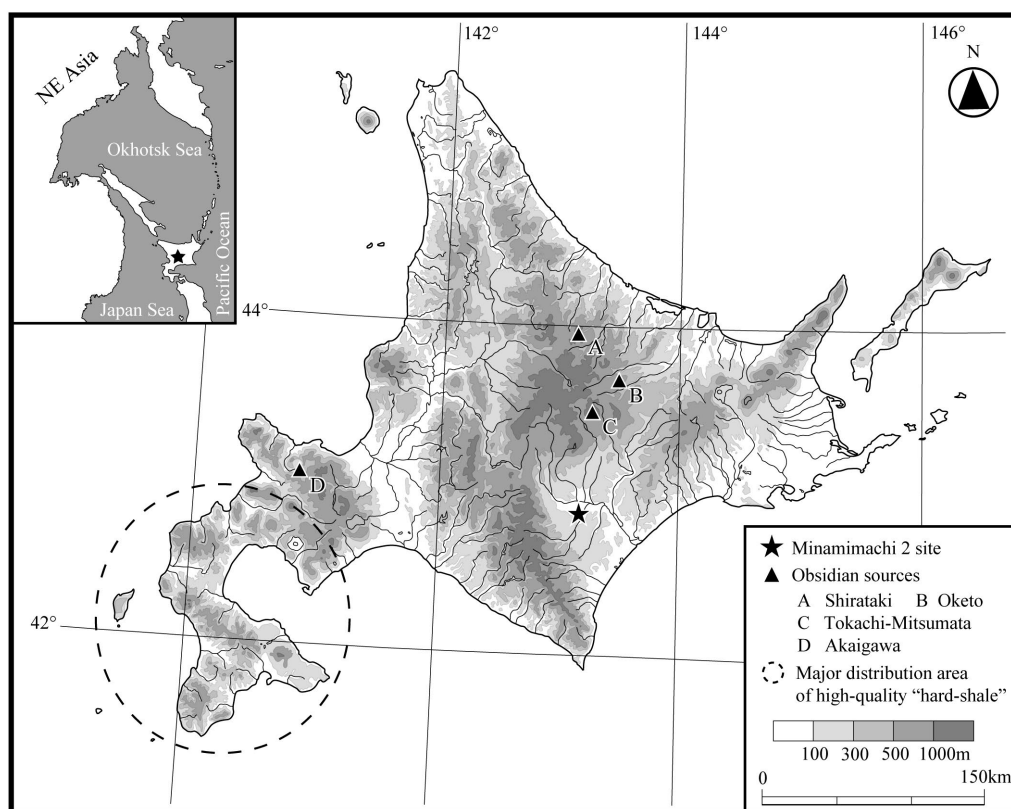


図 76 遺跡の位置と石器石材産地

器群産出層準のⅢ層およびⅣ層は恵庭 a テフラと樽前 d テフラ (Ta-d) に挟まれたローム層である (出穂・赤井 2005、帯広市教育委員会 1995)。剥片石器群は 26,200 ~ 25,500 cal yr BP、細石刃石器群 (Ⅲ層) は 17,900 ~ 17,200 cal yr BP に年代づけられる (出穂ほか 2013)。細石刃石器群は、Ⅲ層では 2 箇所 (スポット 3 およびスポット 4)、Ⅳ層では 1 箇所 (スポット 2) の石器集中から出土している。これらの石器群は平面分布を異にしており、集中部間の接合関係は確認されていない。

表 25 出土石器の組成

Stone tool type	Obsidian	"Hard-shale"	Total
Microblade	167	-	167
Burin	-	2	2
Endscraper	-	1	1
Retouched flake	3	-	3
Burin spall	15	15	30
Microblade core	1	-	1
Flake	239	131	370
Total	425	149	574

3. 分析対象とその黒曜石産地同定結果

本論で対象とするのは、Ⅲ層のスポット 3 の細石刃石器群である (表 25)。1 箇所の石器集中から、574 点の遺物が出土した (表 25)。主要な石器は、細石刃 (図 77:1 ~ 67)、彫器 (69・70)、搔器 (71)、二次加工剥片 (72 ~ 74)、彫器削片 (76 ~ 88)、細石刃核 (68) である。細石刃核は、札滑型 (鶴丸 1979) に分類される。石器石材は、黒曜石 425 点 (74.0%) と“硬質頁岩”149 点 (26.0%) から構成される。これらは、札滑型細石刃核を伴う石器群に関連するものであり、後期旧石器時代後半期の前期後葉細石刃石器群に属する (山田 2006)。

スポット 3 出土遺物については、山原によって報告書作成時およびその後に石質別分類と接合分析が実施された。報告書では多くの黒曜石が黒色部と赤褐色部がまだらにまじる黒曜石であることが指摘され、いくつかの接合資料が提示されている (帯広市教育委員会 1995)。報告書刊行後に黒曜石は石質別に細分され、それに基づいた接合分析により追加の接合資料が得られている。表 26 にその結果の一部を反映した。ここでは、報告書刊行後に得られた接合資料、および個別の石器の技術形態的分析に、黒曜石産地同定結果を組み合わせるリダクション・シーケンスを再構成する。

黒曜石遺物 138 点の XRF 分析の結果、ほとんどの試料が白滝赤石山黒曜石産地 (131 点、95%)、少数の試料が十勝三股黒曜石産地 (7 点、5%) の可能性が高いと判定された (詳細はⅡ-G 参照)。

4. リダクション・シーケンス

(1) 白滝赤石山黒曜石

細石刃製作を示す接合資料が 18 個体 (表 26)、彫器の刃部形成・再生を示す接合資料が 2 個体、細石刃 99 点、二次加工剥片 2 点、彫器削片 5 点、剥片 2 点 (いずれも最大長 10mm 以下) がある。リダクション・シーケンスは、細石刃製作および彫器と二次加工剥片の刃部形成・再生に分けられる。

細石刃数点にわずかに岩屑・角礫面が残置していることから (図 77:20, 28, 42, 43、図 78:1)、岩屑・角礫を素材としていることが窺われる。図 78:6 は両面調整石器 (最大長 5.0cm、最大幅 3.4cm、最大厚 3.4cm) として遺跡に搬入されている。遺跡では、削片を剥離して打面を作出した後に、両側面に調整剥離を施しつつ細石刃剥離を行っている。細石刃核はリダクションによる変形が著しく、かなり小形化している (山原 2000)。1 ~ 5 は細石刃剥離を示す。細石刃同士の剥離面接合資料のうち (表 26)、少なくとも M04・05・11 ~ 15、M02・07・16、M06・17、M18 はそれぞれ石質を異にしており、遺跡においてそれぞれ別の細石刃核から剥離された可能性がある。その場合、遺跡には細石刃核は 1 点しか遺存していないため、いくつかの細石刃核が遺跡外へ持ち出されたと想定される。

表 26 主要な接合資料一覧

Refit No.	Refitted artifact (N)	Lithic raw material	Refitted artifact No.	Stone tool type	No. in Fig.2	On site reduction	Artifact No. analyzed by XRF	Source assignment
M01	6	obs.	Unknown	Flake	-	Microblade reduction	14-7,1 (MIH1605)	Shirataki-Akaishiyama
			Unknown	Flake	-			
			Unknown	Flake	-			
			Unknown	Flake	-			
			Unknown	Flake	-			
M02	2	obs. (debris)	14-7,1	Microblade core	68	Microblade reduction	13-7,17 (MIH1667) 13-7,185 (MIH1677)	Shirataki-Akaishiyama
			13-7,161	Microblade	42			
			13-7,99	-	-			
			14-7,13	Microblade	20			
			14-7,71	Microblade	28			
M03	2	obs.	13-7,185	Microblade	43	Microblade reduction	13-7,8 (MIH1611)	Shirataki-Akaishiyama
			13-7,39	Microblade	14			
M04	2	obs.	13-7,8	Microblade	15	Microblade reduction	14-7,87 (MIH1625)	Shirataki-Akaishiyama
			14-7,9	Microblade	13			
M05	4	obs.	14-7,87	Microblade	2	Microblade reduction	14-7,51 (MIH1624)	Shirataki-Akaishiyama
			14-7,114	Microblade	4			
			13-7,272	Microblade	3			
			14-7,50	Microblade	-			
M06	2	obs.	14-7,51	Microblade	67	Microblade reduction	13-7,79 (MIH1687)	Shirataki-Akaishiyama
			13-7,140	Microblade	64			
			13-7,223	Microblade	63			
M07	2	obs.	13-7,79	-	-	Microblade reduction	14-7,127 (MIH1672) 13-7,172 (MIH1670)	Shirataki-Akaishiyama
			14-7,127	Microblade	36			
			13-7,172	Microblade	40			
M08	3	obs.	14-7,99	-	-	Microblade reduction	13-7,69 (MIH1608)	Shirataki-Akaishiyama
			Unknown	Microblade	-			
			13-7,55	Microblade	-			
M09	5	obs.	13-7,69	Microblade	24	Microblade reduction	13-7,224 (MIH1609)	Shirataki-Akaishiyama
			13-7,224	Microblade	23			
			Unknown	Microblade	-			
			Unknown	Microblade	-			
			13-7,60	Microblade	-			
M10	3	obs.	14-7,38	Microblade	-	Microblade reduction	13-7,18 (MIH1610)	Shirataki-Akaishiyama
			13-7,18	Microblade	18			
			14-7,85	Microblade	-			
M11	4	obs.	13-7,310	-	-	Microblade reduction	14-7,92 (MIH1626)	Shirataki-Akaishiyama
			14-7,92	Microblade	33			
			13-7,308	-	-			
			14-7,75	Microblade	-			
M12	2	obs.	13-7,262	-	-	Microblade reduction	14-7,46 (MIH1627)	Shirataki-Akaishiyama
			13-7,47	Microblade	-			
			13-7,62	Microblade	-			
M13	2	obs.	14-7,46	Microblade	48	Microblade reduction	14-7,123 (MIH1630)	Shirataki-Akaishiyama
			14-7,123	Microblade	30			
M14	3	obs.	13-7,265	Microblade	-	Microblade reduction	14-7,56 (MIH1633)	Shirataki-Akaishiyama
			Unknown	Microblade	-			
			14-7,56	Microblade	19			
M15	2	obs.	13-7,279	Microblade	-	Microblade reduction	13-7,243 (MIH1649)	Shirataki-Akaishiyama
			14-7,53	Microblade	-			
M16	2	obs.	13-7,243	Microblade	-	Microblade reduction	13-7,259 (MIH1668)	Shirataki-Akaishiyama
			14-7,62	Microblade	-			
M17	2	obs.	13-7,259	Microblade	61	Microblade reduction	13-7,155 (MIH1688)	Shirataki-Akaishiyama
			13-7,112	Microblade	-			
M18	2	obs.	13-7,155	Microblade	16	Microblade reduction	13-7,131 (MIH1596)	Shirataki-Akaishiyama
			13-7,186	Microblade	-			
F01	4	obs.	14-7,131	Microblade	54	Burination	13-7,148 (MIH1612)	Shirataki-Akaishiyama
			13-7,12	-	-			
			13-7,11	Burin spall	82			
F02	2	obs.	13-7,148	-	-	Burination	14-7,94 (MIH1620)	Shirataki-Akaishiyama
			13-7,164	Burin spall	80			
			13-7,341	Burin spall	-			
F03	2	"hard-sha."	14-7,94	Burin spall	-	Burination	-	-
			13-7,188	Burin spall	-			
			13-7,51	Burin	-			

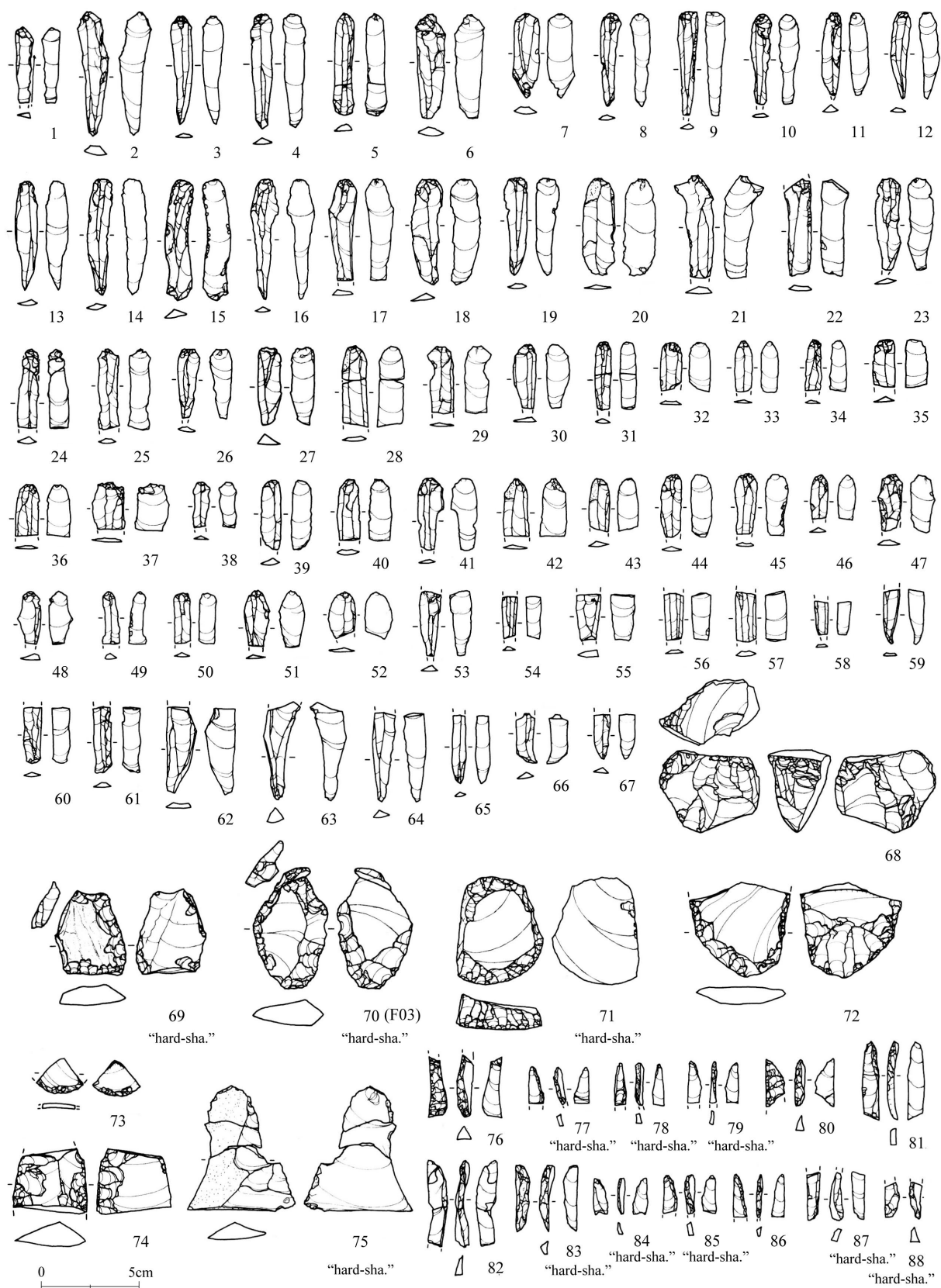


図 77 出土資料

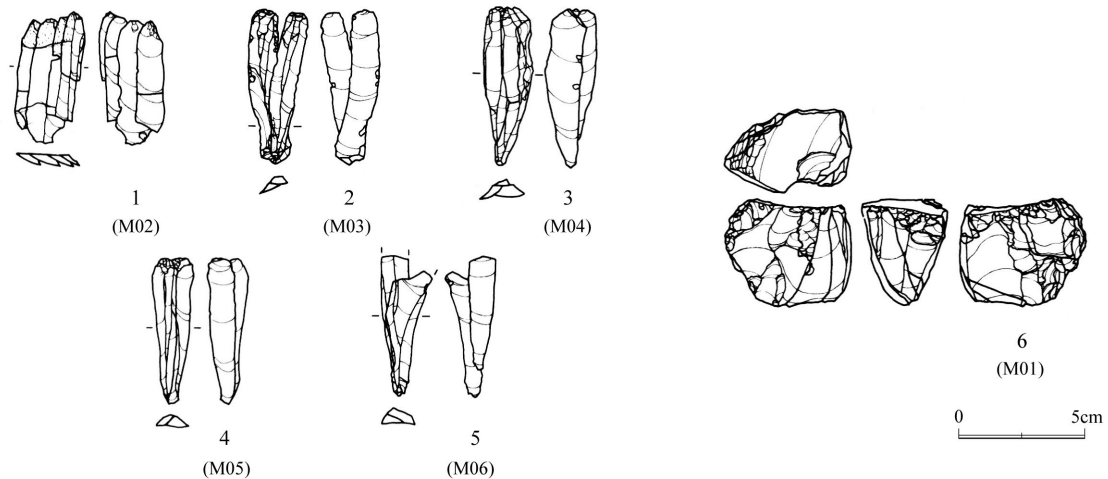


図 78 主要な接合資料

図 77:74 は石刃を素材としており、確実に石刃製作に関連するといえる唯一の資料である。72 は両面調整石器の製作過程で生じる薄形で背面が複数方向からの剥離面で構成される剥片を素材としている。いずれも剥離面接合資料が得られていないことから、遺跡にはツール素材もしくはツールとして搬入されたと考えられる。平坦・縁辺加工が遺跡において行われ、二次加工剥片が放棄された。図 77:76、81、82、86 は彫器削片である。72 は平坦加工により基部が整形されており、彫器の可能性が高い(帯広市教育委員会 1995)。遺跡において彫器の刃部形成・再生が行われ、彫器が放棄された。

(2) 十勝三股黒曜石

接合資料はなく、個別の細石刃 4 点、二次加工剥片 1 点、剥片 2 点がある。いずれにも自然面が残置していないため、原石の形態は不明である。

細石刃 4 点は細石刃製作に関連する。遺跡内での作業内容の詳細は不明だが、細石刃同士の剥離面接合資料は得られておらず、遺跡内で剥離された痕跡は認められないため、細石刃として遺跡に持ち込まれた可能性がある。

二次加工剥片 1 点、剥片 2 点(いずれも最大長 10mm 以下)はツールの刃部形成・再生に関連する。白滝赤石山黒曜石と同様、遺跡におけるツールの素材生産の痕跡は認められないため、遺跡にはツール素材もしくはツールとして搬入されたと考えられる。平坦・縁辺加工が遺跡において行われ、二次加工剥片が放棄された。

(3) “硬質頁岩”

彫器 2 点、搔器 1 点、彫器削片 15 点、剥片 131 点がある(表 25)。彫器の刃部形成・再生を示す接合資料が 1 個体ある(表 26)。

彫器と剥片に転礫面を残置しているものが確認されることから、河川やその周辺の段丘といった副次分布域で調達された転礫が用いられていたことが窺われる。

ツール素材には最大長 40～50mm の両面調整石器の調整剥片が用いられている。剥片同士の剥離面接合資料が得られていないことから、遺跡にはツール素材もしくはツールとして搬入されたと考えられる。また、遺跡に残されている剥片のほとんどは 10mm 未満であり、ツールの刃部形成・再生の際に生じたものであろう。

図 77:69、70 と 77～79、83～85、87、88 はそれぞれ彫器と彫器削片、71 は搔器である。遺跡に

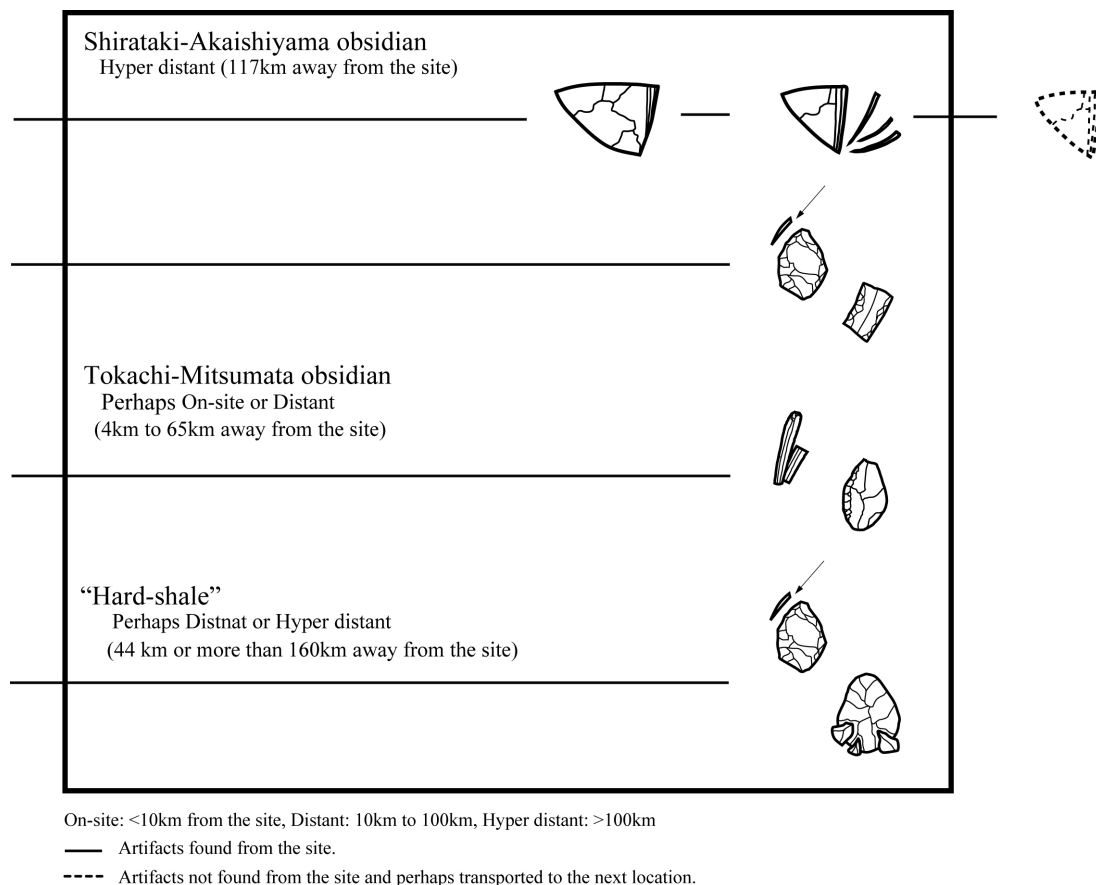


図 79 リダクション・シーケンスの模式図

において彫器と搔器の刃部形成・再生が行われた。彫器に比して多くの彫器削片がみられるため、彫器の刃部再生が頻繁に行われたか、一部の彫器が遺跡外へ持ち出された可能性がある。

5. 石器石材の調達とリダクション戦略の再構成

図 79 に石器石材ごとのリダクション・シーケンスをまとめた。

南町 2 遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群においては、白滝赤石山の一次産地で調達された黒曜石岩屑・角礫を素材とした両面調整石器もしくは細石刃核、およびツール素材もしくはツール（彫器、二次加工剥片）が持ち込まれ、細石刃剥離および彫器と二次加工剥片の刃部形成・再生が遺跡において行われた。一部の細石刃核が遺跡外へ持ち出された可能性がある。

十勝三股黒曜石はツール素材もしくはツール（細石刃、二次加工剥片）が持ち込まれ、その刃部形成・再生が遺跡において行われた。

“硬質頁岩”は副次分布域で調達された転礫が用いられている。ツール素材もしくはツール（彫器、搔器）が持ち込まれ、その刃部形成・再生が遺跡において行われた。

南町 2 遺跡から白滝赤石山の一次産地までの距離は 117km で超遠隔地(100km 以上)に区分される。十勝三股黒曜石については一次産地と副次分布域が知られているが、自然面を残置している資料は確認できなかったため、その調達場所は不明である。一次産地であれば遺跡からは 63km 離れており遠隔地（10 ～ 100km）、副次分布域であれば遺跡から 4km のところで調達可能で在地（10km 以下）とみなされる。“硬質頁岩”については確実な産地は同定できないが、再近隣の白糠丘陵（高倉 2005）であれば遺跡から 44km で遠隔地、良質な“硬質頁岩”の主要分布域である南西部までは少なくとも

160km 以上で超遠隔地となる。これらのことから、南町 2 遺跡では在地の可能性をも含む十勝三股黒曜石はほとんど用いられず、超遠隔地および遠隔地石材が多用されていたといえる。

より近い位置に産する十勝三股黒曜石はほとんど調達されず、超遠隔地の白滝赤石山黒曜石および超遠隔地もしくは遠隔地の“硬質頁岩”によって主要な石器が製作・使用され、一部が搬出されるという石器石材利用パターンは、他地域の札滑型細石刃核を伴う石器群における石器石材の調達とリダクション戦略との関係を考える上で注目される。南町 2 遺跡のパターンは、超遠隔地の十勝三股黒曜石のみが用いられ、やはりそれよりも近い遠隔地の赤井川黒曜石（90km）が用いられていない厚真町上幌内モイ遺跡（本書 III-B 参照）の黒曜石利用パターンと類似することを指摘できる。

筆者らは、上幌内モイ遺跡の他に帯広市暁遺跡第 1 地点、千歳市オルイカ 2 遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群において XRF と NAA による黒曜石産地同定分析を実施し、黒曜石利用パターンを行動論的に説明するためのデータの蓄積と分析を進めている。今後はこれらの比較検討を通じて、後期旧石器時代狩猟採集民の移動戦略を復元していきたいと考えている。

引用文献

- 出穂雅実・國木田大・尾田識好・山原敏朗・北沢 実 2013「北海道十勝平野の後期旧石器時代遺跡の地質編年：新たな AMS 放射性炭素年代の追加とその意義」『旧石器研究』9、137-148 頁
- 小嶋 尚・野上通男・小野有五・平川一臣 2003『日本の地形 2：北海道』、東京大学出版会、東京
- 帯広市教育委員会 1995『帯広市南町遺跡』、帯広
- 高倉 純 2005「十勝平野周辺地域における石器石材の分布と産状（1）」『帯広百年記念館紀要』23、25-34 頁
- 鶴丸俊明 1979「北海道地方の細石刃文化」『駿台史学』47、23-50 頁
- 山田 哲 2006『北海道における細石刃石器群の研究』、六一書房、東京
- 山原敏朗 2000「十勝平野における細石刃核の変形について―帯広市上似平遺跡 A ブロックの接合資料から―」『北海道旧石器文化研究』5、43-53 頁

D. ロシア沿海地方ハサン地区グヴォズデヴォ 5 遺跡の発掘調査

出穂雅実・森先一貴・山田哲・國木田大・A.N. ポポフ・
Yu.A. ミキーシン・B.V. ラジン・佐藤宏之

1. 調査の目的

環日本海北部地域のうち、大陸側のロシア沿海地方（Приморский край）には、いくつかの黒曜石原産地の存在とともに、北海道と類似する細石刃石器群が分布することが知られている。そのため、沿海地方は北海道との比較対象として好適な条件を備えているといえるが、いまだ発掘事例が少ないのが現状である。ロシア側共同研究パートナーである極東大学博物館は、沿海地方ハサン地区（Хасанский район）グラドカヤ川下流域において継続的な一般調査を実施し、数多くの新石器時代遺跡を発見しているが、旧石器時代に帰属すると考えられる石器はわずかな遺跡（グヴォズデヴォ 1・グラドカヤ 4・グラドカヤ 5 等）でしか知られていなかった（Батарщев и др. 2002）。しかも、一遺跡からまとまった数量の旧石器時代遺物が出土する遺跡は、今までのところグヴォズデヴォ 1 遺跡を除いて確認されていない。残念ながらこのグヴォズデヴォ 1 遺跡は、すでに土採りによってその大部分が破壊されており、追加調査を望むことは困難となっていた。

筆者らは 2007 年に一般調査を実施し、グヴォズデヴォ 1 遺跡の北側 100m ほどの地点において、土採りにより形成された露頭の付近で黒曜石製の大型削器や剥片を採集し、グヴォズデヴォ 5 遺跡と命名した（出穂ほか 2007、森先ほか 2008）。以下では、黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域の人類社会の技術・居住・生業の諸側面を解明するための基礎作業として、グヴォズデヴォ 5 遺跡にて実施した発掘調査成果を報告したい。

2. 遺跡周辺の地形

グヴォズデヴォ 5 遺跡はグラドカヤ川下流域の北岸に位置し、沖積平野を南に臨む標高 15-20m ほどの岬状の丘陵に立地する（北緯 42°42'45"、東経 130°54'31"）（図 80:a）。遺跡の東側において支流のヴィノグラドナヤ川がグラドカヤ川と合流する。遺跡からグラドカヤ川河口のエクスペデツィー湾までの直線距離は 5.9km である。遺跡の立地する丘陵は見晴らしがよく、いずれの方向にも広い眺望が得られる（写真 8）。

遺跡周辺の地形は 4 つの単位に区分された。すなわち、低位から高位に、氾濫原、緩斜面、定高性の丘陵、および山地である。氾濫原は、グラドカヤ川およびその支流によって形成されたもので、遺跡の南側と東側に広がる。標高は約 1～5m である。遺跡付近では、グラドカヤ川の氾濫原の幅は約 1.2km である。遺跡付近では、流路は蛇行河川を呈し、多数の放棄流路が氾濫原全体に広がっている。

緩斜面は遺跡西側のグラドカヤ川北



写真 8 グヴォズデヴォ 1 遺跡付近から
グラドカヤ川氾濫原を望む

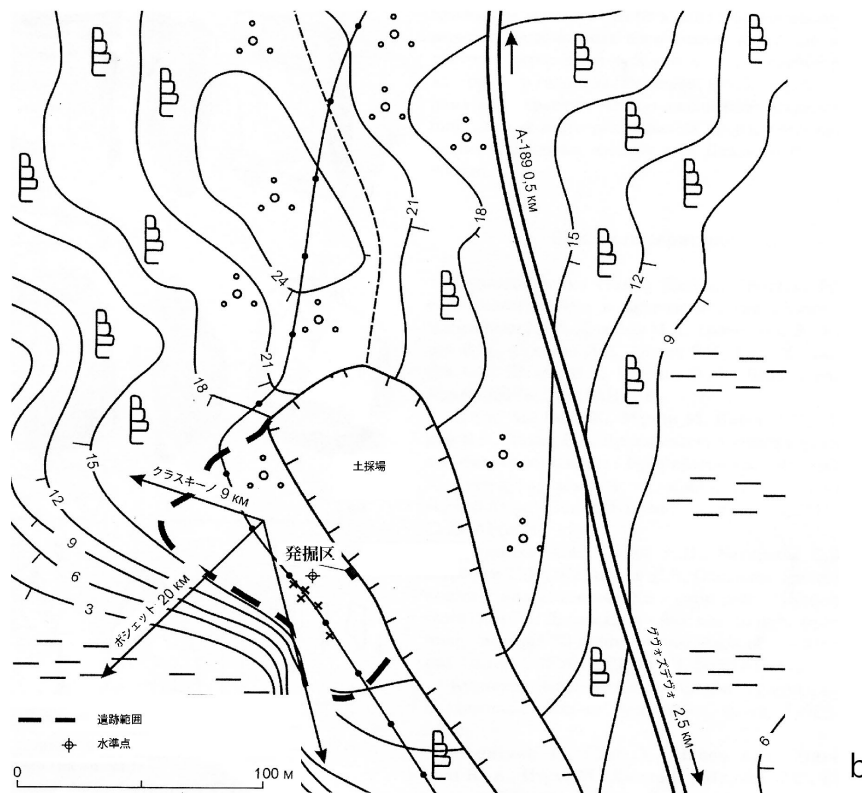
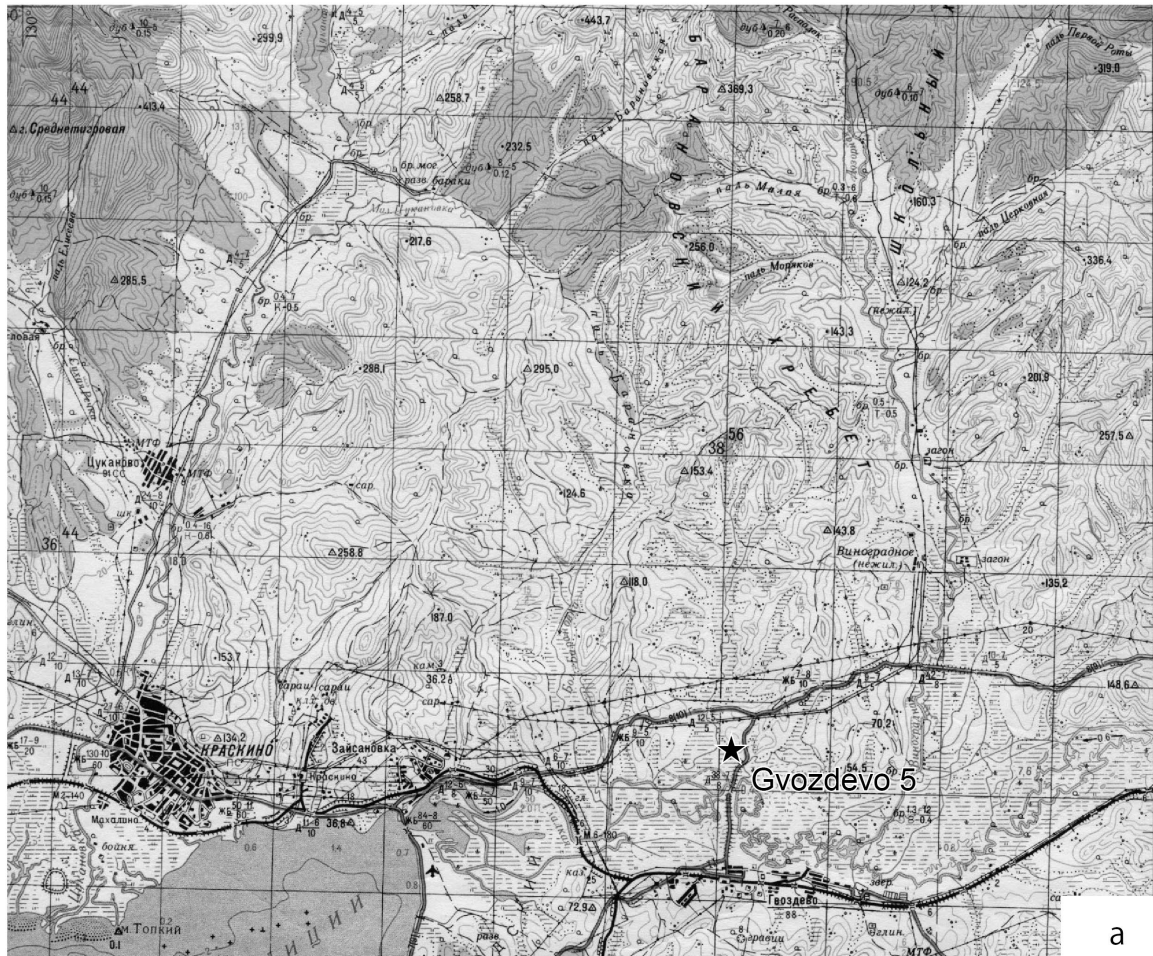


図 80 遺跡の位置 (bは Попов 他より)

岸と、遺跡北東側のヴィノグラドナヤ川西岸に分布する。標高は 5 ～ 15m 程度である。低位の氾濫原との境界は明瞭だが、高位の丘陵との境界は明瞭であったり不明瞭であったり大きく変化する。

丘陵は緩やかな馬の背状を呈し、標高は 15 ～ 70m 程度である。グラドカヤ川に合流する複数の支流によって著しく開析されているために地形面は不連続であるが、高度が比較的揃う丘陵がグラドカヤ川の河谷に沿って広く分布する。遺跡付近では、基底に礫層を伴わず花崗岩の岩盤を崩積堆積物が直接覆うことから、開析が進んだ浸食段丘と考えられる。高位の山地との境界は、場所によってやや明瞭であったり不明瞭であったり変化する。グヴォズデヴォ 5 遺跡は本地形単位に立地する。

遺物集中が発見された地点は、南方向の沖積を望む、馬の背状丘陵の頂部に位置する。南のグヴォズデヴォ 1 遺跡方向から延びる土採りによって丘陵頂部付近までが破壊されているが（図 80:b）、丘陵頂部から南東方向に形成された浅い沢状の地形にかけて石器集中が検出された（図 81・写真 9・11）。

山地は、グラドカヤ河谷兩岸の奥部に広く分布する。標高は 100 ～ 300m 程度で、北に向かって高度が増す。遺跡から 7km ほど北に行くと 400 ～ 700m 級の頂部を持つ分水嶺が並び、中国との国境が設定されている。

3. 地考古学的分析

(1) 調査の概要と方法

グヴォズデヴォ 5 遺跡の発掘調査は 2010 年 10 月 21 日から 28 日までの 8 日間、出穂、山田、森先、A. ポポフ、ラジンの 5 名でおこなった。調査区は南北 4m×東西 3.2m で、調査面積は約 13m²である。調査は表土をスコップで掘削したのち、移植ゴテにもちかえて遺物包含層を丁寧に掘り下げた。排土の篩がけはおこなっていない。

この発掘調査では、遺跡周辺の地形発達史および考古学的記録の自然形成過程の復元を目的として、地形区分および層序断面記載をおこない、あわせて堆積物粒度分析、土壌化学性分析、および花粉分析のための堆積物サンプルの採取等、地考古学的調査をあわせて実施した。なお、野外調査に先立って本地域の空中写真を入手することができなかったために、地形学図の作成は行わなかった。実験室での分析は、ロシア科学アカデミー極東支部極東地質学研究所において、ミキーシンが実施した。野外調査成果と実験室での分析結果の統合と執筆は共著者と協議のうえで出穂が行った。地考古学的野外調査は、参加者の助力を得て主として出穂が行った。

(2) 層序と堆積物

図 82・写真 10 に C2－3 区における層序断面を示す（断面位置は図 81 を参照）。この層序断面は、採掘によって形成された人工露頭に沿って設定した発掘区のほぼ中央に位置する。本層序断面における風成未固結堆積物の層厚は 116cm で、その下位は基盤の花崗岩である。花崗岩の採掘によって形成された周辺の露頭断面の観察によれば、風成未固結堆積物の層厚は発掘区周辺で最大となり、それ以外の地点では 30cm 未満あるいは岩盤が露出していることが多い。

岩相層序は、下位から上位に、ユニット I および II に 2 区分された。ユニット I は崩積相、ユニット II は風成相を示す。

ユニット I は褐色～鈍い褐色の砂質ロームである。淘汰が悪く、粗砂～基盤起源の岩片が混じる。下位から上位に 3 つのサブユニットに細分される。ユニット Ia は鈍い褐色（7.5YR6/3）の砂質ロームである。淘汰の悪いシルトをマトリクスとし、花崗岩起源の粗砂が混じる。上位の Ib より若干ではあるが暗色を呈する。基盤の花崗岩の境界は非常に明瞭で、激しく起伏する。基盤の花崗岩の凹部を充填するように堆積している。ユニット下（サンプル 7）で礫が増える。遺物を産出する。ユニッ

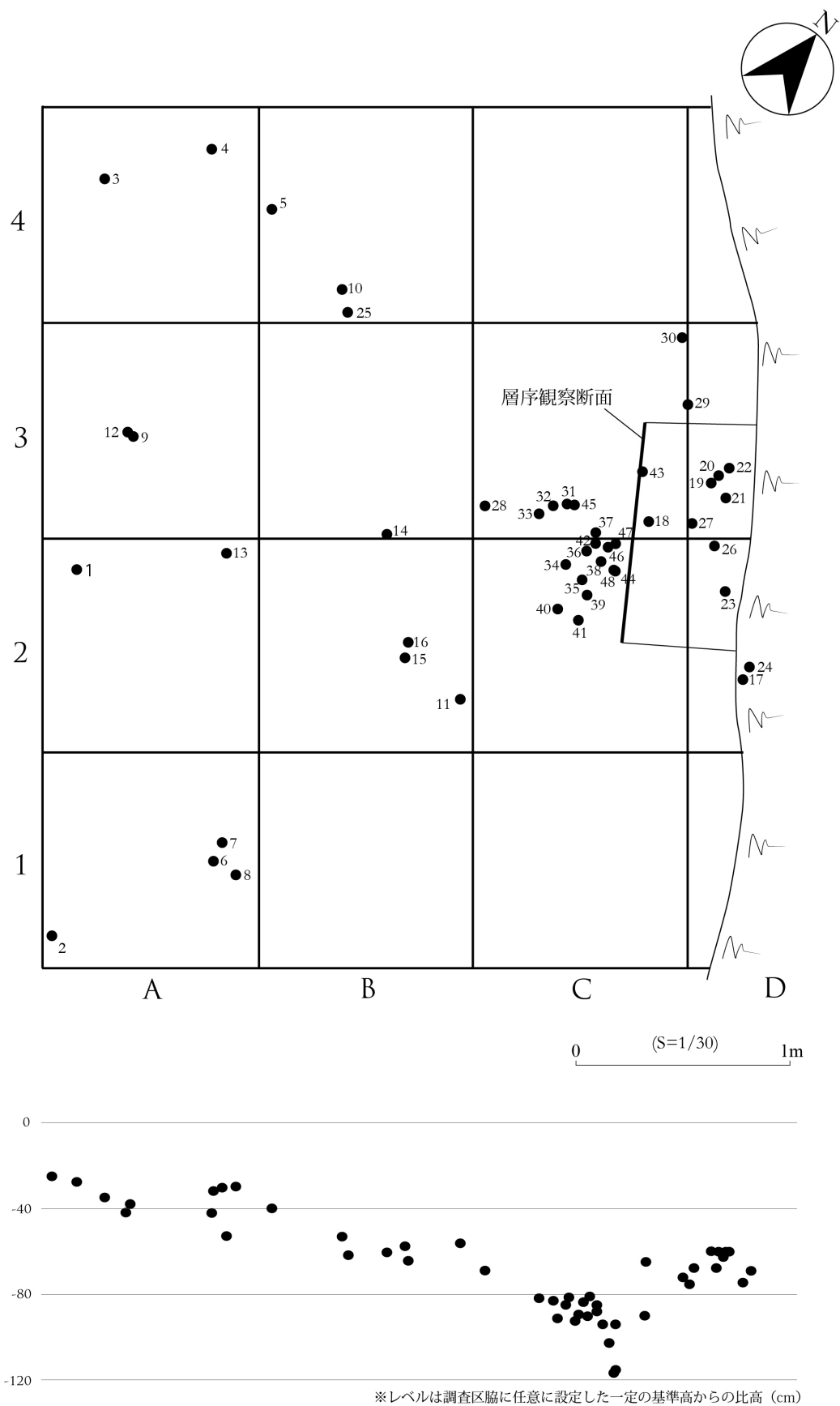


図 81 発掘区平面図と遺物分布

ト Ib は鈍い褐色 (7.5YR5/4) の砂質ロームである。シルトをマトリクスとし、淘汰は非常に悪い。無層理塊状である。下半で礫と粘土が増える。下位の基盤との境界は明瞭で、ユニット Ia との境界はやや明瞭である。遺物を産出する。ユニット Ic は褐色 (7.5YR4/3) のロームである。シルトと粘土をマトリクスとし、基盤の岩屑と粗砂がところにより混じる。下位のユニット Ib との境界は明瞭な部分と不明瞭な部分があり、全体として波状を呈する。無層理に近いが弱い団粒状構造が認められる。遺物を産出する。

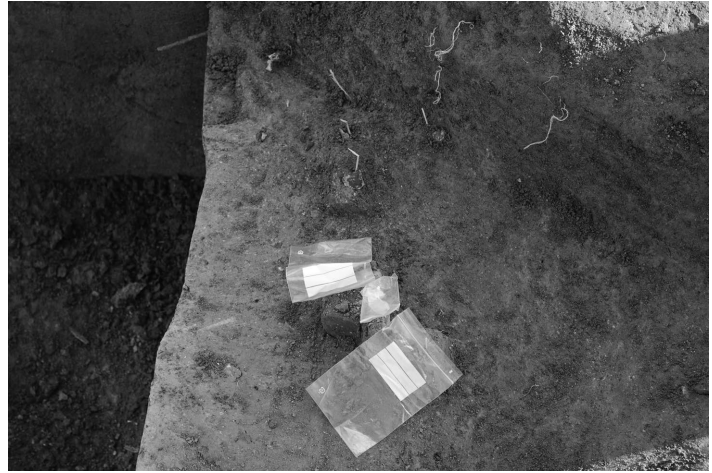


写真 9 遺物出土状況

ユニット II は、褐色 (7.5YR4/3) ～鈍い褐色 (7.5YR5/4) のロームである。下位のユニット I に比べると粘土質で礫が少なく淘汰が非常に良いが、丘陵頂部側で基盤から風化して遊離したと考えられる花崗岩岩片が増える。いずれもシルトをマトリクスとし、粘土と細砂が 20 ～ 30% 混じる。地表から弱い土壌の発達が発達認められる。

表 27 に土壌化学分析結果を示す。分析はミキーシンがロシア科学アカデミー極東支部地質学研究所化学分析室において、波長分散型蛍光 X 線分析装置 S4 Pioneer (Bruker AXS) を用いておこなった。ほとんどの元素で明瞭な垂直方向の変化は認められないが、Ca 値が SA-1 ～ SA-3 で 4.29 ～ 4.76% を示すのに対し、SA-4 ～ SA-7 では 5.05 ～ 5.49% とやや高い値を示し、P 値が SA-1 ～ SA-3 で 0.03 ～ 0.05% に対し、SA-4 ～ SA-7 では 0.11 ～ 0.12% とやや高い値を示す。これらの変化は崩積相を示すユニット I と風成相を示すユニット II に対応し、野外における層序断面の記載と整合する分析結果を得た。また、現在発達している土壌層準以外に土壌が発達した履歴を持たないことを示す。

(3) 花粉分析

分析はロシア科学アカデミー極東支部地質学研究所新生代古生態研究室において、ミキーシンが I. グヴォズデヴァの助力を得て実施した。なおロシアでは、植物分類、花粉分析の方法、そしてその結果の提示方法が日本とやや異なるが、本稿ではロシア側で作成された分析結果をそのまま掲載する。

図 83 および表 28 に花粉分析結果を示す。SA1 ～ SA6 で 231 ～ 426 個の花粉を検出したが、SA-7 では 64 個のみであり、花粉組成を算出できなかった。樹木花粉、草本花粉および胞子の出現頻度は、それぞれ 54 ～ 60%、20 ～ 28%、14 ～ 25% であり、垂直方向の変化は小さい。

一方で、樹木花粉と草本花粉の構成は、上位から下位に、I ～ III 帯の 3 帯に区分することができた。I 帯 (SA1、2) は、樹木花粉がコナラ属とマツ属 (単維管束亜属) が卓越し、カバノキ属、ハンノキ属、および多数の灌木類から構成される。草本花粉はカヤツリグサ科とヨモギ属が優先する。

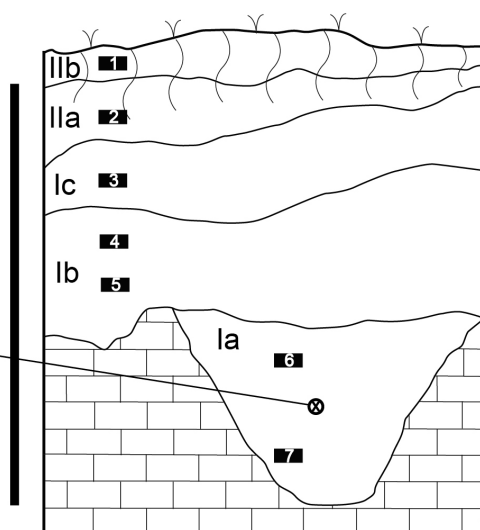
II 帯 (SA3) は、樹木花粉がコナラ属とマツ属 (単維管束亜属) が卓越し、カバノキ属、ハンノキ属から構成される。トウヒ属、マツ属 (複維管束亜属)、バラ科、さらにカラマツ属が小数含まれる。草本花粉は、出現構成は大きく変化しないが、出現頻度は I 帯および III 帯と比べて大きく減少する。

最も下位の III 帯 (SA4 ～ 6) は、樹木花粉がコナラ属とマツ属 (単維管束亜属) が卓越し、カバノキ属、ハンノキ属、および多数の灌木類から構成されるという点で他の花粉帯と大きな変化はない。一方で、出現頻度は大きくないが、水生植物 (ガマ科、フサモ属、サジオモダカ属、およびミクリ属) が一定

PEDO. LITHO. CULTURAL
UNIT UNIT HORIZON

A
—
Bw
—
C I

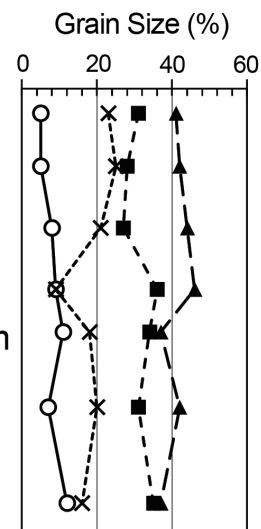
13,300±80 ¹⁴C BP
(15,990±250 cal BP)
(TKa-15553)



soil



bedrock



○ gravel ▲ silt
■ sand x clay

図 82 C2-3 区層序断面図



写真 10 C2-3 区層序断面

表 27 土壌化学性分析結果

サンプル 番号	岩相層序ユニット	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
SA-1	IIb	57.30	0.88	17.57	8.32	0.13	3.73	4.54	2.33	0.99	0.03
SA-2	IIa	56.60	0.87	18.04	8.24	0.12	3.55	4.29	2.20	1.11	0.04
SA-3	Ic	56.11	0.90	17.82	8.47	0.13	3.79	4.76	2.31	0.98	0.05
SA-4	Ib	53.99	0.86	19.25	8.55	0.13	3.60	5.21	2.32	0.82	0.11
SA-5	Ib	52.83	0.84	19.71	8.77	0.12	3.71	5.45	2.38	0.70	0.11
SA-6	Ia	55.70	0.89	18.01	8.50	0.13	3.65	5.05	2.35	0.96	0.12
SA-7	Ia	54.86	0.86	18.23	8.64	0.13	3.69	5.49	2.45	0.85	0.11

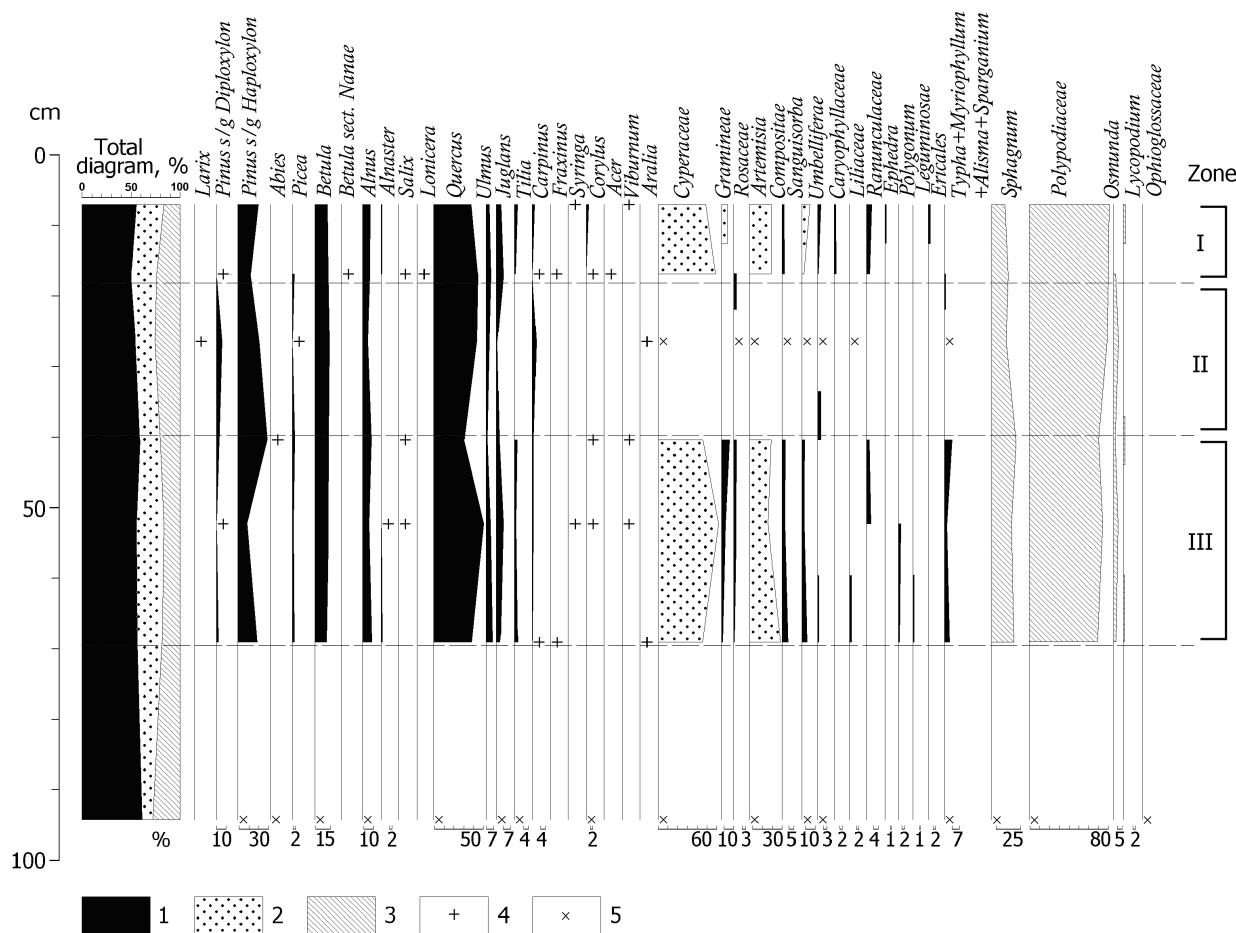


図 83 花粉分析結果

程度認められ、また他の帯には見られなかった灌木類（キンポウゲ属やマオウ属）が認められるなどの特徴を持つ。草本花粉は I 帯と同様に出現頻度が高い。

(4) 放射性炭素年代

層序断面のユニット Ia から回収された炭化物（木炭）の年代値が 1 点得られている（図 82、表 29）。測定 ID は GV5-1 である。2010 年 10 月 28 日、出穂が層序断面を記載中にこの炭化物を検出し、ナイフとアルミ箔を用いて慎重に採取した。発掘調査を通じて、非常に小さな炭化物片は数点確認し

表 28 ゲヴオズデヴオ 5 遺跡の花粉・孢子組成

Sample No	Number of studies grains	Total composition		Tree and shrub pollen																							
		Tree and shrub pollen	Herbs pollen	Spores	Abies	Picea	Larix	Pinus s/g	Haploxylon	Pinus s/g	Diploxylon	Betula	Betula sect. Nanae et.	Alnus	Salix	Lonicera	Quercus	Ulmus	Juglans	Tilia	Fraxinus	Syringa	Corylus	Carpinus	Aralia	Acer	Viburnum
SA-1	304	169	85	50	-	-	-	36	-	22	-	2	13	2	-	65	6	8	5	-	1	4	4	-	-	1	
SA-2	371	223	95	53	-	3	-	28	2	31	1	3	17	2	1	101	10	16	3	2	-	1	1	-	1	-	
SA-3	231	125	47	59	-	1	1	27	7	16	-	-	7	-	-	55	4	1	-	-	-	-	5	1	-	-	
SA-4	288	169	61	58	1	4	-	50	5	24	-	-	15	1	-	53	2	5	5	-	-	1	2	-	-	1	
SA-5	426	238	120	68	-	3	-	21	2	33	-	1	16	2	-	122	11	16	4	-	1	2	3	-	-	1	
SA-6	410	230	102	78	-	4	-	46	4	28	-	3	21	-	-	88	15	8	9	1	-	-	2	1	-	-	
SA-7	64	39	10	15	1	-	-	17	-	4	-	-	2	-	-	8	-	3	3	-	-	1	-	-	-	-	

Sample No	Herbs pollen																Spores											
	Cyperaceae	Gramineae	<i>Ephedra</i>	<i>Artemisia</i>	Rosaceae	Caryophyllaceae	Ranunculaceae	Sanguisorba	Umbelliferae	Chenopodiaceae	Convolvulaceae	Leguminosae	Liliaceae	Polygonum	Compositae	Ericales	<i>Typha</i>	<i>Myriophyllum</i>	<i>Sparganium</i>	<i>Alisma</i>	<i>Potamogeton</i>	<i>Sphagnum</i>	Polypodiaceae	Ophioglossaceae	<i>Osmunda</i>	<i>Lycopodium</i>	Uncertain	
SA-1	41	5	1	19	-	1	4	7	3	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	7	41	-	-	-	1	1
SA-2	56	-	-	22	3	2	3	2	1	-	-	-	-	-	2	3	1	-	-	-	-	9	42	-	1	-	1	-
SA-3	15	-	-	21	1	-	-	4	1	1	-	-	1	-	2	-	-	1	-	-	-	9	47	-	3	-	-	-
SA-4	28	5	-	13	2	-	2	2	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	4	1	-	15	41	-	1	1	1	1
SA-5	75	5	-	22	3	-	5	3	-	-	1	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	14	51	-	3	-	-	-
SA-6	46	1	-	32	1	1	-	5	1	-	-	1	2	1	6	-	-	-	5	-	-	18	54	-	2	1	3	3
SA-7	7	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	13	1	-	-	-	-

表 29 グヴォズデヴォ 5 遺跡の AMS 年代値

Sample Number	Laboratory Number	Geological Context	Archeological Context	Material Dated	Dating Method	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C Age yr BP (Conventional Radiocarbon Age)	cal BP (1 σ)	cal BP (2 σ)
GV5-1	TKa-15553	Geologic layer 5 lower	Scattered within the lithic concentration	Charcoal	AMS	-25.4	13,300±80	16,130-15,860	16,240-15,740

たが、GV5-1 試料以外に十分なサイズの炭化物を検出することはできなかった。

この試料は、室内暗所での風乾後、2011 年 6 月に第 3 著者の國木田に送付し、以後の試料調整と年代測定を東京大学工学系研究科のタンデム加速器を用いて國木田が実施した。前処理方法および測定方法は出穂他(2013)と同様である。結果、GV5-1 の年代値は、補正年代で 13,300±80BP(TKa-15553)であった。OxCal (V.4.1.5) による暦年代は 16,130-15,860 cal BP(1 σ) および 16,240-15,740 cal BP(2 σ) である。

(5) 遺跡の自然形成過程と考古学的コンテクスト

a. 自然形成過程

グヴォズデヴォ 5 遺跡の自然形成過程は次のとおり復元された。(1) 斜面ウォッシュで花崗岩が地表面に露出し、ガリーを形成したり風化したりする(写真 9)。(2) 斜面ウォッシュの一連のプロセスで、淘汰の悪い泥が堆積する(ユニット I)。このとき、細石刃石器群が埋没する(写真 11)。(3) 地表が安定し、土壌が形成される(ユニット II)。これらのプロセスの年代は、ユニット I で約 16,000cal BP の年代値が崩積相の堆積物から得られたため、ユニット I の堆積はこの年代と同じか新しいことになる。ユニット II は、年代を直接指し示す証拠は得られていない。

3 帯に区分された花粉分析の結果と層序ユニットの堆積相は、以下のとおりである。ユニット Ia と Ib (崩積相) が花粉 III 帯に対応する。花粉 III 帯はコナラ属とマツ属(単維管束亜属)が卓越し、カバノキ属、ハンノキ属、および多数の灌木類から構成されるという他の花粉帯と共通する特徴を持ちながらも、草本類と水生植物が一定程度認められ、また他の帯には見られなかった灌木類(キンポウゲ属やマオウ属)が認められる。総じて寒冷な環境を好む植物で構成されている。ユニット Ic (風成相) は、森林種が卓越する下位の花粉 II 帯に、ユニット IIa と IIb は草原種が再び増加する花粉 I 帯に対応する。花粉 III 帯は更新世の寒冷・乾燥な気候を示しており、層序と年代の点で矛盾はない。一方で、花粉 II 帯は、年代的な裏付けはないが、単調な森林種が急に出現するという点で、完新世の堆積物である可能性がある。花粉 I 帯は完新世のいつ頃に形成されたか不明である。今日、グヴォズデヴォ 5 遺跡周辺に広大に広がる草原は、比較的新しい時期になって形成されたのかもしれない。



写真 11 調査区全景

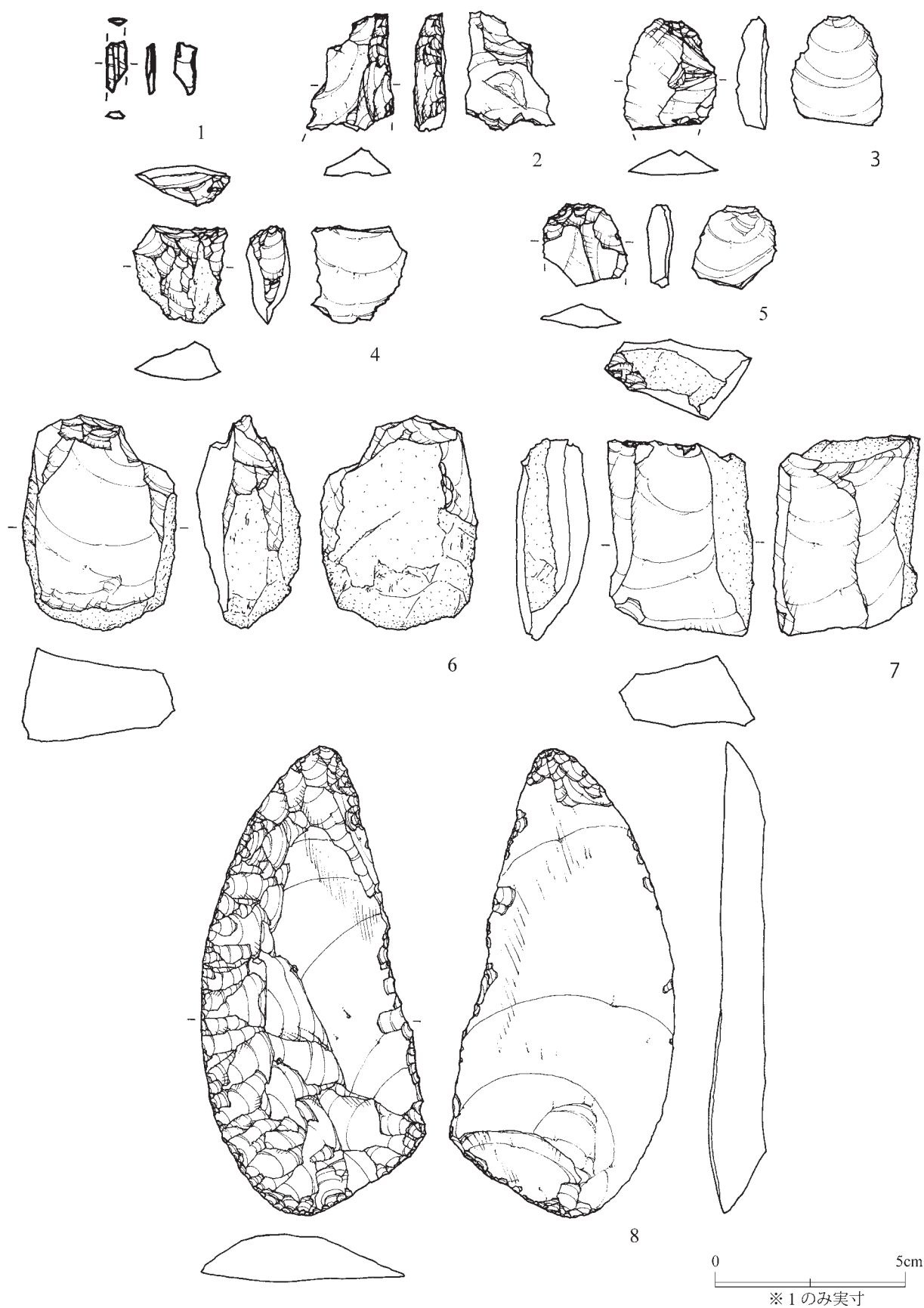


図 84 出土石器 (S=2:3)

Ⅲ -D: ロシア沿海地方ハサン地区グヴォズデヴォ 5 遺跡の発掘調査

表 30-1 出土石器一覧表

調査区出土

No	grid	plast	器種	石材	石質	自然面	自然面割合 (最小0～最大1)	長さ (cm)	幅 (cm)	厚さ (cm)	X	Y	H	備考
1	A2	topsoil	flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)	angular	0.5<, ≦0.9	2.58	2.10	1.08	16	185	-28	ガジリチップ1点
2	A1	1	flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)		0	0.29	1.67	0.64	4	15	-25	
3	A4	1	flake	mudstone	青灰色(表面はやや風化し淡黄色)		0	1.88	2.39	0.32	29	367	-35	磨製石斧調整?(背面すべて研磨面or自然面)
4	A4	1	core	obsidian	ob2(灰色の中に黒黒斑、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0<, ≦0.1	2.15	2.05	1.58	80	380	-42	
5	B4	1	flake	andesite	青灰色(表面はやや風化し淡黄色)		0	2.15	2.78	0.45	106	352	-40	ガジリチップ1点
6	A1	1	core	obsidian	ob2(灰色の中に黒黒斑、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0.1<, ≦0.5	5.17	3.66	1.99	80	49	-32	石刃核様
7	A1	1	core	obsidian	ob3(灰色の中に不明瞭な黒網、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0.5<, ≦0.9	5.46	4.11	2.56	84	58	-30	石刃核様
8	A1	1	flake	obsidian	ob2(灰色の中に黒黒斑、含小球顆、透過光やや緑色)	angular	0.9<, ≦1.0	2.56	2.12	0.93	90	43	-30	
9	A3	1	block	obsidian	ob4(黒色で比較的均質、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0.9<, ≦1.0	2.10	1.47	1.00	42	246	-38	
10	B4	2	flake	obsidian	ob1'(灰色の中にやや不明瞭な黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0.1<, ≦0.5	2.31	2.00	0.47	139	315	-53	ガジリ顕著
11	B2	2	flake	obsidian	ob3(灰色の中に不明瞭な黒網、含小球顆、透過光やや緑色)	angular	0.1<, ≦0.5	3.88	1.66	1.01	194	124	-56	
12	A3	2	flake	obsidian	ob3(灰色の中に不明瞭な黒網、含小球顆、透過光やや緑色)		0	2.74	2.22	0.69	39	249	-42	ガジリ破砕(3点)
13	A2	2	flake	obsidian	分類不能		0	0.60	0.54	0.06	85	193	-53	
14	B2	2	flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0<, ≦0.1	1.69	1.58	0.48	160	200	-61	
15	B2	2	flake	obsidian	ob2(灰色の中に黒黒斑、含小球顆、透過光やや緑色)	sub-angular	0.1<, ≦0.5	3.35	3.08	1.20	168	143	-58	
16	B2	2	flake	rhyolite	淡緑灰色の中に濃緑灰網		0	1.04	2.02	0.32	170	150	-65	
17	D2	2	flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0<, ≦0.1	1.35	0.50	0.98	325	133	-75	削片様
18	C3	2	flake	obsidian	ob3(灰色の中に不明瞭な黒網、含小球顆、透過光やや緑色)		0	0.70	1.60	0.53	280	207	-65	
19	D3	2	flake	obsidian	分類不能		0	0.79	1.34	0.14	310	225	-60	
20	D3	2	flake	obsidian	分類不能	debris	0<, ≦0.1	0.66	0.88	0.39	313	228	-60	
21	D3	2	flake	obsidian	ob1'(灰色の中にやや不明瞭な黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)		0	2.98	2.34	0.68	317	218	-60	ガジリチップ2点、石刃様、側縁に断続的微小剥離痕
22	D3	2	flake	obsidian	分類不能	debris	0<, ≦0.1	1.15	0.65	0.36	318	231	-60	
23	D2	2	flake	obsidian	分類不能		0	0.76	0.87	0.19	316	174	-63	
24	D2	3	flake	obsidian	分類不能	debris	0.1<, ≦0.5	1.33	0.99	0.32	329	139	-69	
25	B4	3	flake	obsidian	ob5(黒色の中に多量の小球顆様の灰白斑、全体に緑味が強い)		0	1.15	1.74	0.22	143	305	-62	
26_1	D2	3	flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)		0	1.50	0.66	0.35	313	195	-68	削片様
26_2	D2		flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)		0	1.27	0.51	0.25				
27	D3	3	flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0.5<, ≦0.9	0.99	0.20	0.54	303	205	-68	ガジリチップ1点
28	C3	3	flake	obsidian	分類不能		0	1.05	0.77	0.26	207	213	-69	
29	C3	4	flake	obsidian	ob6(灰色の中に黒色直線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)		0	2.24	2.04	0.61	300	262	-75	石刃様
30	C3	4	flake	obsidian	ob7(黒色だが全体的に褐色に風化)	sub-rounded	0.1<, ≦0.5	1.65	1.83	0.58	297	293	-72	
31	C3	4	side scraper	rhyolite	灰褐色の中に不明瞭な白斑		0	3.24	2.22	0.86	245	213	-82	被熱による剥落
32	C3	4	flake	obsidian	分類不能	debris	0.5<, ≦0.9	0.40	0.44	0.10	238	215	-83	
33	C3	4	flake	obsidian	分類不能		0	1.36	1.14	0.28	231	211	-82	
34	C2	4	flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)		0	0.82	0.67	0.30	243	187	-85	
35	C2	4	microblade	obsidian	分類困難だが黒色で均質、線状の流理構造		0	0.90	0.35	0.15	251	180	-84	連続的微小剥離痕
36	C2	4	flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)		0	2.67	2.56	0.59	254	194	-81	石刃様
37	C3	5	flake	obsidian	分類不能		0	0.39	1.18	0.18	257	203	-85	
38	C2	5	flake	obsidian	分類不能		0	0.38	0.50	0.10	260	189	-94	
39	C2	5	flake	obsidian	ob8(灰色の中にわずかに黒色線状の流理構造、小球顆比較的少、透明度低いが透過光やや緑色)	debris	0.1<, ≦0.5	2.57	2.59	1.08	253	174	-90	削片剥離痕あり
40	C2	5	flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0.1<, ≦0.5	2.26	1.17	0.72	239	169	-91	

表 30-2 出土石器一覧表

調査区出土

Nº	grid	plast	器種	石材	石質	自然面	自然面割合 (最小0～最大1)	長さ (cm)	幅 (cm)	厚さ (cm)	X	Y	H	備考
41	C2	5	flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)		0	1.73	1.85	0.55	249	163	-90	石刃様
42	C2	5	flake	obsidian	分類不能		0	1.35	1.53	0.21	257	198	-88	
43	C3	5	flake	obsidian	ob2(灰色の中に小黒斑、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0.1<, ≦0.5	1.29	1.04	0.52	279	231	-90	
44	C2	5	flake	obsidian	ob2'(灰色の中に小黒斑、小球顆比較的少、透過光やや緑色)	debris	0.1<, ≦0.5	1.90	1.66	0.62	266	185	-94	
45	C3	6	flake	obsidian	分類不能	debris?	0.5<, ≦0.9	0.92	0.78	0.25	247	215	-92	
46	C2	6	flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0.9<, ≦1.0	1.27	0.88	0.42	263	195	-103	
47	C3	7	flake	obsidian	分類不能	debris	0.1<, ≦0.5	0.83	0.95	0.22	266	197	-115	
48	C2	7	flake	obsidian	ob2'(灰色の中に小黒斑、小球顆比較的少、透過光やや緑色)		0	2.57	2.48	0.58	266	185	-117	剥片剥離痕あり、断続的微小剥離痕

※X,Y=原点(0,0)からの距離 (cm)

※H=調査区脇に任意に設定した一定の基準高からの比高 (cm)

表採

Nº	grid	plast	器種	石材	石質	自然面	自然面割合 (最小0～最大1)	長さ (cm)	幅 (cm)	厚さ (cm)	X	Y	H	備考
1			flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)		0	1.66	1.27	0.35	—	—	—	
2			flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0.1<, ≦0.5	1.72	1.14	0.94	—	—	—	ガジリ顕著

試掘坑出土

Nº	grid	plast	器種	石材	石質	自然面	自然面割合 (最小0～最大1)	長さ (cm)	幅 (cm)	厚さ (cm)	X	Y	H	備考
1			flake	obsidian	分類不能		0	1.30	0.95	0.35	—	—	—	

本調査前試掘坑出土

Nº	grid	plast	器種	石材	石質	自然面	自然面割合 (最小0～最大1)	長さ (cm)	幅 (cm)	厚さ (cm)	X	Y	H	備考
1			flake	obsidian	ob1(灰色の中に黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0.1<, ≦0.5	2.29	3.34	0.75	—	—	—	
2			flake	obsidian	ob8'(灰色の中にわずかに黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)	sub-angular	0.1<, ≦0.5	3.76	1.95	0.87	—	—	—	ガジリ顕著、断続的微小剥離痕
3			flake	obsidian	ob1'(灰色の中にやや不明瞭な黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)	sub-angular	0.9<, ≦1.0	2.47	1.43	0.70	—	—	—	ガジリ顕著
4			flake	chert	褐灰色で光沢なく透明度低い均質		0	1.84	1.34	0.35	—	—	—	石刃様
5			flake	obsidian	ob8'(灰色の中にわずかに黒色線状の流理構造、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0.5<, ≦0.9	3.06	1.20	0.50	—	—	—	
6			flake	obsidian	ob4(黒色で比較的均質、含小球顆、透過光やや緑色)	debris	0.1<, ≦0.5	1.90	1.53	0.47	—	—	—	
7			flake	obsidian	分類不能		0	1.15	0.67	0.22	—	—	—	
8			flake	obsidian	分類不能		0	0.68	1.00	0.17	—	—	—	
9			flake	obsidian	分類不能	debris	0.5<, ≦0.9	0.50	0.81	0.76	—	—	—	

b. 考古学的コンテキスト

自然形成過程で述べたとおり、ユニットⅠおよびⅡは崩積相から風成相のシーケンスを示すため、システムミックコンテキストを留めていない可能性がある。本来のコンテキストをどの程度留めているのかについては、発掘調査範囲が小さいことと、出土した点数が少ないことなどから、議論できなかった。

4. 出土石器

今回の調査で得られた遺物は表面採集による2点を含めて52点、予備的な試掘調査の出土遺物9点も加えると計61点で、全て石器である。その組成は細石刃1点、削器1点、石核3点、剥片55点、原石片(岩屑)1点からなる(図84・表30)。剥片の大半(36点)は2cm未満の調整剥片の類で、その他も4cmに満たないサイズであるが、比較的大形の剥片には石刃様のもの(3・5)や削片剥離痕を有するもの(4)が含まれる。石核(6・7)は幅・厚さともに4cm前後の岩屑を用い、若干の打面調整は窺われるものの石核整形の痕跡に乏しい。打面の位置はほぼ固定され、寸詰まりながらも石刃様の剥片が剥離されたようである。細石刃(1)は幅0.35cm、厚さ0.15cmの小形の形態であるが、

直線的な稜線が平行し、左側縁腹面側には微小剥離痕が連続する。削器(2)は流紋岩製で、全体的に被熱による破碎・剥落が生じているが、右側縁に二次加工による縁辺が残存する。

石器石材は、56 点(92%)が黒曜石製で、その他に流紋岩、泥岩等が少数含まれる。黒曜石の石質は数種類に分けられるが、灰色の中に黒色の線状・斑状・網状の構造が入り、小球顆を含み、透過光が緑かかるものがほとんどである。黒曜石製石器の半数以上(31 点)に自然面が残り、うち岩屑・角礫面が 27 点(87%)、亜角礫・亜円礫面が 4 点(13%)である。また、背面の半分超を自然面が占めるものが 11 点(35%)、半分以下のものが 20 点(65%)である。こうしたことから、本石器群を構成する黒曜石石材の多くは、同じ一次産地の付近で採取されたあまり大きくない岩屑・角礫に由来すると推測される。石質や自然面の残存状況を考慮すると、グラドカヤ川流域産の黒曜石の可能性が高いと思われる。

一方、石質の分類が困難な細石刃や一般調査時に採取された大形削器(図 84:8)には異なる産地の黒曜石が用いられている可能性がある。

5. 結語

グヴォズデヴォ 5 遺跡での発掘調査・地考古学的野外調査を通じて得られたデータに基づき、遺跡の形成過程を地考古学的に分析し、石器集中が形成される自然形成過程および周辺の植生環境を復元することができた。また遺跡の形成時期を推定する根拠も得られた。

出土遺物は少数であるが、細石刃とともに剥片石器・剥片・石核などが認められた。プライマリーリダクションには打面調整の乏しい縦長剥片剥離と細石刃剥離、大型削器の素材となる厚手剥片剥離が認められるが、後二者は遺跡内での作業が確認できない。前者は遺跡近傍産、後二者は遠隔地産黒曜石を利用している可能性が高い。セカンダリーリダクションについては、縦長剥片製の削器は比較的急斜度の剥離で刃部を設けるが、大型削器は角度が小さく奥行きのある剥離で薄い刃部を作り出す。このように、本石器群の技術的特徴は単一ではなく、利用している黒曜石も複数産地のものが認められる。本石器群は、近隣から遠隔まで複数の黒曜石産地に囲まれた当該地域(Doelman et al. 2008)における、細石刃石器群の石材運用の実態を解明し得る基礎資料として有望であろう。

謝辞

本稿をなすにあたり、A.M. クズネツォフ(極東大学)氏のご助力を得た。記して感謝の意を表する。

文献

- 出穂雅実・森先一貴・山田哲・佐藤宏之・Popov, Aleksander N.・Mikishin, Yuri A.・Malkov, Sergey S.・Batarshhev, Sergey V. 2007「ロシア沿海州ハサン地区一般調査報告」『総合地球環境学研究所プロジェクト 5-3「日本列島における人間-自然相互関係の歴史的・文化的検討」全体会議・予稿集』113 頁
- 出穂雅実・國木田大・尾田識好・山原敏朗・北沢実 2013「北海道十勝平野の後期旧石器時代遺跡の地質編年：新たな AMS 放射性炭素年代の追加とその意義」『旧石器研究』9、137-148 頁
- 森先一貴・佐藤宏之・Popov, Aleksander N.・Mikishin, Yuri A.・出穂雅実・山田哲・Malkov, Sergey S.・Batarshhev, Sergey V. 2008「2007 年沿海州ハサン地区一般調査報告」『第 9 回北アジア調査研究報告会要旨集』、50-53 頁
- Батаршев С.В., Крупянко А.А., Попов А.Н. 2002. Верхнепалеолитические находки многокомпонентных памятников Хасанского района. *Пластинчатые и микропластинчатые индустрии в Азии и Америке: Материалы международной научной конф.* С.10-14. Изд-во ДВГУ, Владивосток.

- Doelman, T., Torrence, R., Popov, V., Ionescu, M., Kluyev, N., Sleptsov, I., Pantyukhina, I., White, P. and Clements, M. 2008. Source selectivity : An assessment of volcanic glass sources in the southern Primorye region, Far East Russia. *Geoarchaeology : An International Journal*, 23(2): 243-273.
- Попов, А.Н., М. Изухо, Б.В. Лазин, С. Ямада, К. Морисаки. 2012. Археологические исследования на памятнике Гвоздево-5 в южном приморье. *Дальневосточно-Сибирские Древности*. Новосибирск: Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, С. 93-95.

IV．総括：黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容

佐藤宏之・出穂雅実

1. 研究の内容

本研究は、後期更新世後半（後期旧石器時代）の日本列島を含む環日本海北部地域（ロシア極東・中国・韓国等）において、主要な石器石材であった黒曜石の正確な産地同定分析データに基づいて、旧石器人にとって生存上不可欠な石材採取・消費戦略の具体相を明らかにし、彼らの遊動領域と行動戦略を通時的に分析することで、更新世人類社会の編成原理とその変容プロセスを解明することを目的とした。

当該地域の旧石器時代人は、短周期変動を繰り返す不安定な氷期の気候環境のため、安定資源とは言えない植物資源ではなく動物資源の獲得を生業の根幹に据えていた。そのため中大型哺乳類の狩猟を目的とした、計画的な広域移動型の遊動戦略をもっぱら採用していたので、彼らの生存上不可欠な狩猟具としての石器石材の採取は、生業遊動行動の中に基本的に埋め込まれていたはずである（佐藤ほか 2011）。従って、黒曜石に代表される良質石材の消費と流通の範囲は、第一に旧石器集団の生活行動の範囲を示すとともに、副次的には集団間の社会関係を示相している。北海道の後期旧石器時代は、相対的に温暖な MIS3 後半と最終氷期極相期に相当する寒冷な MIS2 の時期にあたり、後期旧石器時代前半期は本州系の小型剥片石器群を主体とし、後に石刃石器群が付加されるが、同後半期になると、一転してシベリア大陸起源の細石刃石器群が北方から流入し、各種細石刃石器群が盛行する時期となる（佐藤 2013）。

具体的な研究内容については本書第 I 部に詳しく述べたので、本章では省略に従い、主として研究成果について総括する。

2. 北海道の黒曜石産地同定に関する地質学のおよび地球化学的研究

本研究の目的を担保するためには、まず正確かつ高分解能を有する黒曜石産地同定法を確立しなければならない。そのため考古学者に加えて、地質学や岩石学・地球化学の専門家とともに研究グループを結成し、研究を実施した。研究フィールドの中心は、列島の中で最も大規模な黒曜石産地が集中し、かつ黒曜石が旧石器時代の遺跡で最もよく利用されている北海道を選択した。

黒曜石は火山噴火に伴い噴出したマグマや溶岩流等の表層が急速に冷却された際に生成した火山ガラスの一種であるため、その産地は世界的に地殻プレート境界付近の火山地帯に多く認められる。火山噴火は地下で常に対流しているマグマが、噴出に際して周囲の岩石等を巻き込みながら溶岩流として地上に現れるので、噴火毎に含まれる岩石・鉱物等の化学組成が相互にわずかに異なる特異性をもつ。この性質を利用して個別の黒曜石産地の同定を行うため、各黒曜石産地の地質学的形成過程を明らかにし、産地毎に同定の対比基準資料となる標準資料を厳密に記載して、各分析化学者と共有する体制を構築する必要がある。さらにこの標準資料の記載にあたっては、後の追証を担保するために、判別に用いた特定の微量元素の比率だけを単に記述するのではなく、黒曜石の全岩化学組成のうち、産地判別の有効な元素の分析値を統一した記載法とその開示が求められる（Shackly 1998、Glascok and Ferguson 2012 等）。

(1) 黒曜石産地形成の地質学的研究

日本列島の大規模黒曜石産地の形成プロセスの研究は、まだ端緒についたばかりである。廣瀬によれば、北海道では新第三紀から第四紀を通じて火山活動が継続しているので、現在でも黒曜石が形成されても不思議ではないが、実際には 8 ～ 6Ma と 3 ～ 2Ma の期間に主要な黒曜石産地が形成されている。この時期は、北海道の千島弧背弧域でバイモータル火山活動と単成火山群の活動といった、引張応力場に特徴的な火山活動が特に顕著だった時期に相当する (Ⅱ -A)。単成火山に生成された白滝産地は、約 2.2Ma 頃に形成された紋別 - 上士幌地溝帯にあり、この地溝帯の形成が白滝産地等の道東の各黒曜石産地の形成に重要な地質学的条件を与えたと和田・佐野によって推定されている。おそらくこの地溝帯の形成が、黒曜石を生成するマグマの噴出条件に有利に働いた可能性が高い (Ⅱ -B)。黒曜石産地の形成には、各種の地質学的条件が重複して作用している可能性が高いので、今後他の黒曜石産地の形成過程の分析が重要となろう。

北海道の黒曜石は、流紋岩質溶岩流に伴い生成されているが、ロシア沿海地方南部のイリスタヤ地区では、玄武岩質溶岩の生成に伴い黒曜石が形成された。このことは、イリスタヤでは日本列島とは異なる黒曜石の生成プロセスがあったことを意味している。海外研究協力者の V.K. ポポフ (ロシア科学アカデミー極東支部地質学研究所) が、イリスタヤ産地の地質学的背景を考察している (Ⅱ -C)。列島を除く環日本海北部地域では、中国東北部と北朝鮮の国境にある白頭山カルデラ周辺に大規模な黒曜石産地があることが知られており、おそらく流紋岩質溶岩を起源とすると推定されるが、イリスタヤを始めとするロシア沿海州南部やアムール中流域には相対的に小規模な産地が点在するようで、これら両者は成因を異にする可能性が高い (佐藤 2004)。

(2) 黒曜石産地同定研究の確立

北海道における黒曜石産地同定のためには、対比資料の基礎となる標準資料の作成とその正確な化学組成の記載が必要となる。そのため、現在北海道で確認されている地質学的黒曜石産地の全てである 21 産地産黒曜石の放射化分析 (NAA) を実施した。放射化分析は、全岩化学組成を正確に分析可能な最も有効な方法であるが、実験原子炉を用いるため国内では分析機関が存在しない。そのため海外研究協力者の J.R. ファーガソンと M.D. グラスコック (ミズーリ大学原子炉研究所) に依頼し、全 21 産地の黒曜石の標準資料データを作成した (Ⅱ -H)。

これまで放射化分析は、分析試料を破壊し、測定に時間がかかり、しかも測定した試料は核廃棄物となるといった短所があるため、考古資料の分析には相応しくなかった。そのため、黒曜石の産地判別に必要な元素を十分に知ることができる、小さなサイズであれば非破壊で実施可能な短時間照射の放射化分析、非破壊法なので分析精度がやや劣る蛍光 X 線分析法 (XRF) と非破壊・破壊の両方で測定可能な電子プローブマイクロアナライザー法 (EPMA) を、考古資料の分析に用いた。今回測定に用いた hXRF は、試料表面ではなく、元素によって異なるが深さ数 mm の範囲を測定するため、水和や風化による分析試料の表面組成変化の影響を有る程度除去することが可能となったが、産地判別に利用できる一部の元素比の特定に困難が生じることもあった。そのため一部産地同定の困難な資料が生じるが、それは短時間照射 NAA 法で補完的に分析を行うことで解決可能となり、飛躍的に分析精度は向上した。非破壊でも測定は可能な EPMA は、径 10 μ m 程度の電子ビームを照射する分析法であるため、1 試料あたり 10 点以上の照射点を設定し、そのデータ群を標準資料と比較して評価する方法を採用している。ただし試料によってはその表面変化の影響を完全に除去するのは難しいため、試料の一部を採取して表面を除去すればより精度は向上するが、考古資料の場合には破壊は最小限に留めねばならず、全ての試料に適用できるわけではない (Ⅱ -D・F)。

分析成果の一部として、上幌内モイ遺跡 (Ⅱ-D・E)・紅葉山遺跡 (Ⅱ-F)・南町 2 遺跡 (Ⅱ-G) の例を報告した。現状では、NAA 法により標準資料を作成し、それと対比しながら XRF 法あるいは EPMA 法によって遺跡出土資料の産地同定を進めることが最も高精度かつ効率的な黒曜石産地同定法であると考えられる。

日本ではこれまで多くの分析化学者・考古学者等によって、黒曜石産地同定分析が蓄積されてきたが、従来の研究では、同定の比較資料とされた黒曜石産地の場所・地質学的性格・全岩化学組成といった基本データの多くが未公表であり、分析者相互に使用される産地名称すら統一されてこなかった。そのため概括的な比較は可能であっても、精度の高い産地データの蓄積と相互対比・追証等は相当に困難であった。本研究は、こうした従来の黒曜石産地同定研究の問題点を克服することも目的の一つとしており、その結果として、上記の研究法をひとつの解決策として提案したい。少なくとも、全ての研究者が参照可能な形式でデータを公開するのが科学の作法と考えている。

3. 黒曜石を中心とした環日本海北部地域の考古学的研究

黒曜石産地同定分析の結果を受けて、上幌内モイ遺跡と南町 2 遺跡の札滑型細石刃核を伴う石器群を残した旧石器集団の石材受給と石器生産 (リダクション) 戦略を具体的に分析した。その結果従来予測されてきたように、札滑型細石刃石器群集団は、広域移動生活に石材受給を巧みに組み合わせた行動戦略を構築していたことがわかった。この成果は、単に広域移動が追認されたことにとどまらず、具体的な特定黒曜石産地間を往還しながら黒曜石を消費した行動の範囲を空間的に特定し、集団の生活領域を描いたことは重要な成果と言えよう (Ⅲ-B・C)。上幌内モイ遺跡と南町 2 遺跡は、北海道後期旧石器時代後半期中葉を代表する石器群であり、同前半期の雄勝嘉藤 2 遺跡 (研究成果中間報告書 [2012 年刊行] 第Ⅲ章) の行動分析で示した中程度の範囲内の遊動戦略とは質的に異なっている。特に上幌内モイ遺跡は石狩低地帯にありながら、利用した黒曜石の多くは 150km 離れた十勝産を用いており、広域移動の実態をよく示している。両遺跡の石器群が所属する札滑型細石刃石器群は、他の北海道細石刃石器群が基本的に道内に分布が限られるのに対して、陸橋で結ばれることがなかった本州東半部にまで分布を広げていること (佐藤 1992) から、この段階で遊動行動戦略の構造が変容したことを示唆している (Ⅲ-A)。

しかしながら、全ての考古学的黒曜石資料を本研究グループで産地同定分析することは不可能である。本研究の一環として、これまで北海道で行われてきた旧石器時代遺跡出土黒曜石の産地同定分析例を集成し、その結果を解析した (佐藤・役重 2013)。2010 年末現在北海道には 861 箇所の旧石器時代遺跡があるが、そのうち黒曜石産地同定分析が行われたのは 80 遺跡、9.3% (2012 年 3 月現在) にすぎない。出土した石器の量は数十万点に及ぶが、産地同定例の分析対象として抽出可能であったのは、わずか 5,323 点にすぎない。しかしながら、集成分析によれば、そこにはいくつかの注目すべき傾向が抽出できた。北海道における大規模黒曜石産地は白滝・置戸・十勝・赤井川の 4 箇所であり、他にケショマップ (留辺蕊・生田原)・名寄・近文台・豊泉の 4 つの小規模産地が認められた。前述したように、道内には 21 箇所の地質学的黒曜石産地があるが、旧石器時代にはそのうちの 8 箇所の産地産黒曜石を集中的に利用していたことが推測された。大規模黒曜石産地は後期旧石器時代前半期から継続して用いられるが、白滝・十勝産が一貫して全道的に利用されているのに対して、置戸・赤井川産は前半期には主として産地周辺に利用が限られ、後半期になって全道的な利用が促進されている。小規模産地は後半期になってから開発される傾向が強く、これは後の縄文時代にも継続する傾向となっている。北海道の後期旧石器時代は、北方系の細石刃石器群に代表される後半期と、それ以前の本州系の石器群が卓越する前半期に二分されるが、黒曜石の産地利用パターンの変化は、この境界

に一致せず、細石刃石器群の第二段階になってから大きく変動する。この画期は札滑型・白滝型細石刃石器群の登場により、広域で黒曜石が利用されることに代表される。同時に後半期には多くの細石刃石器群が併存するが、黒曜石の消費パターンはこの多様な細石刃石器群に応じて個性的に展開ようになる。今のところこれら各細石刃石器群は、明確な空間的排他性を持たないので、なぜこのような黒曜石消費パターンが生まれるのかの説明は将来の課題である(Ⅲ-A)。

本研究では、列島外の環日本海北部地域で黒曜石産地があるロシア沿海地方と白頭山麓でも考古学的調査を実施した。ロシア沿海地方南部は、在地の玄武岩質黒曜石産地を有しているため、その黒曜石消費パターンの解析を目的にグヴォズデヴォ 5 遺跡の発掘調査を実施した。遺跡は後期旧石器時代後半の単一文化層を有しており、その花粉分析結果も 16,000BP 頃とする年代測定結果と調和的である。出土した石器の大半は黒曜石製であるが、おそらく白頭山と推定される遠距離産黒曜石を用いた大型削器は搬入品であり、遺跡内でリダクションが確認できる小型石器類は、複数の在地産黒曜石を利用したと考えられる。白頭山は遺跡から 250km ほど離れており、大陸では遠距離産黒曜石の利用がより普遍的であった可能性が高い(Ⅲ-D)。

その白頭山麓では、中国吉林大学と吉林省文物考古研究所によって、近年組織的な調査が行われている。列島を除く環日本海北部地域最大の黒曜石産地である白頭山周辺遺跡において認められる黒曜石の利用・消費パターンを知るために共同調査を企画したが、中国政府の許可がえられなかった。そのため本書には、海外共同研究者である趙海龍(河北師範大学)・陳全家(吉林大学)両氏他に、この地域でもっとも研究が進んでいる和龍大洞遺跡の研究成果について寄稿していただいた(Ⅲ-E)。和龍大洞遺跡は、白頭山の吉林省側に所在し、後期旧石器時代後半を中心とする黒曜石製石器を大量に出土した遺跡である。特に広郷型・札滑型湧別技法等の各種細石刃核の存在は北海道の細石刃石器群と共通性が高く、大変興味深い。今後の課題としたい。

4. 北見市吉井沢遺跡の研究

本研究では、旧石器時代集団の黒曜石利用・消費パターンと行動戦略の具体像を解明する目的で、北見市吉井沢遺跡の発掘調査を実施したが、詳細は第Ⅲ巻で議論する。

5. 黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容

(1) 日本列島とその周辺の黒曜石産地

黒曜石は、日本列島の先史時代を通じて道具(石器)の主要な材料(石材)として盛んに利用されてきた。黒曜石は火山噴火に伴い噴出したマグマや溶岩・火砕流・火道等の表層が急速に冷却された際に生成した火山ガラスの一種であるため、その産地はオセアニア・東南アジア・西アジア・東ヨーロッパ・北アメリカのような地殻プレート境界付近の火山地帯に多く認められる。火山噴火は地殻下で常に流動しているマグマが一時に噴出する現象なので、火山毎あるいは噴火毎にマグマ成分の微妙な差異が形成されるため、生成される黒曜石の鉱物組成や化学成分組成は、原則として産地毎に異なることが期待できる。そのため正確な化学組成を測定することができれば、堆積岩や変成岩といった他の石器石材とは異なり、産地同定の分解能は格段に高い。

日本列島の大規模な黒曜石産地は、カルデラを形成するような規模の大きいプリニー式噴火に伴う溶岩流の表層部分に形成されることが多いため、流紋岩質黒曜石が主体を占めるが、ロシア極東では玄武岩質黒曜石の小規模な産地が沿海地方南部やアムール中流域に点在し、在地石材として利用されている。環日本海地域には、中国と北朝鮮の国境をなす白頭山カルデラに列島並の大規模産地が認められ、朝鮮半島から中国東北部・ロシア極東にかけて広域に流通しているが、ロシア産とともに列島

にもたらされた証拠は今のところない。一方列島の大規模産地黒曜石は、北部九州の腰岳産が朝鮮半島南部に (Kim et al., 2007)、更新世には大陸から伸びる半島 (古北海道半島) の南部であった北海道の白滝・置戸産がサハリンにもたらされている (Kuzmin et al., 2002 等)。

日本列島では現在約 80 カ所以上の地質学的な黒曜石産地が確認されているが、その多くは比較的小規模な産地で産状も多様であり、流通量と流通範囲は相対的に小さい。それに対して、北海道の白滝・置戸・十勝・赤井川、北関東の高原山、中部高地八ヶ岳周辺・下呂、伊豆神津島、山陰の隠岐島、北九州腰岳等の大規模産地黒曜石は遺跡での出土量が多く広範囲に流通している。

(2) 旧石器時代の黒曜石産地と消費地

大規模産地は大型火山の噴火口付近で産出することが多いため、しばしば脊梁山脈のような山地帯に所在する。一方旧石器時代の人類活動は、台地・丘陵緩斜面等の平坦地で主として展開されるため、石材産地と消費地が空間的に分離されており、それが黒曜石の利用形態を構造的に規定している (佐藤 2013)。列島では後期旧石器時代初頭から黒曜石の利用が開始されたが、すでに白滝や中部地方の中央高地、伊豆神津島といった通常の生業領域とは環境条件が著しく異なる環境帯にある産地黒曜石を本格的に開発・利用している。こうした特徴は、アフリカに起源する現生人類が世界に拡散した際の考古学的証拠とみなされている現生人類型行動のひとつと考えられるため、列島の後期旧石器時代は現生人類によって開始されたことは明らかである。

後期旧石器時代は後期更新世後半の水期 (MIS 3 後半～ MIS 2) に相当し、安定した現世 (MIS 1) の温暖湿潤気候とは全く異なり、寒冷乾燥を基調としながらも気温は短周期的に激しく変動していた。そのため地域の植物質資源環境は安定せず、移動によって変動する気候環境の影響を低減できる中・大型哺乳類の狩猟が主要な生業となっていた。実際に遺跡から出土する道具の主体は狩猟具であり、住居や墓といっためばしい遺構はほとんど残されておらず、そのため旧石器時代人は広域にわたる計画的な遊動生活を送っていたと考えられる。人々はもっぱら自然資源の開発に依存していたため、その開発行動は今日の我々の行動に見られるように計画的に個別化・目的化された戦略として組織化されておらず、主要な資源開発に付随した形で副次的な資源開発が行われるのが常態であった。つまり動物資源の開発が主要な資源開発の目的であったので、人々は集団を作り狩猟対象を求めて広域に移動せねばならず、その行動の中に黒曜石のような道具素材の獲得等の異なる資源開発行動が埋め込まれていた。

現在列島には後期旧石器時代の遺跡が 14,500 カ所ほど確認されているが、その大部分は平野部にあるため、狩猟のフィールドはこの平坦地が主として選択され、黒曜石が消費されたと考えられる。しかながら、白滝や置戸・赤井川、中部高地、腰岳といった山地の大規模黒曜石産地周辺には多数の後期旧石器時代の遺跡が発見されており、こうした遺跡群は後期旧石器時代人が「埋め込み」戦略に基づいて、時折産地を訪れるというイベントの累積により結果的に形成された可能性が高い。

高標高地にあるこうした産地は、氷期の寒冷気候の中では一年中とどまるのは相当に困難であった可能性がある。広域移動型の行動戦略を採用していた旧石器人にとって、山地の大規模黒曜石産地周辺での年間を通じた占有的な領域利用は著しく困難であったと考えられ、おそらく周辺の複数集団による「入会地」的な土地利用が行われていた。従って産地における黒曜石の採取は、露頭ないし緩斜面の角礫・亜角礫や河川の転礫等を、その時々必要量に応じて直接表面から採取することによっていた。

ただしすべてを産地での直接採取によってまかなっていたわけではない。後期旧石器時代の小規模社会では、当然近隣集団との間で緊張と同盟という両義的な社会関係が構築されていたはずであるか

ら、交換は社会関係を維持する重要な装置として機能し、黒曜石の交換（贈与・互酬交換）はそのひとつの有力な手段となっていたであろう。実際に遺跡から出土する黒曜石の産地同定を実施すると、特定産地の主要な黒曜石に加えて、ほとんど必ず複数の他産地産黒曜石が少量混じる現象が普遍的に認められるのは、こうした複数の要因が重複して作用したからに違いない。

黒曜石産地に形成された遺跡の多くは小規模で、これらの多くは石材採取に関連して一時的に滞在する作業キャンプであったが、一方時折見られる規模が大きく複数の文化層からなる遺跡（長野県追分遺跡等）は、基本的には居住拠点として狩猟等の生業を展開しながら黒曜石採取に関連する活動も行っていた痕跡と考えられる。

（3）縄文時代の黒曜石利用

日本列島を含む環日本海北部地域では、1万年前の完新世になると定着的で多角的生業システムを有する新石器社会に移行する。そのため拠点集落をかまえながらも一定の領域内を季節的に移動していた。後期旧石器時代のように集団全体での行動・移動を基本とするのではなく、階層的な社会組織構成のもと、集団としての社会的紐帯を維持しながらも、家族のような小集団での行動の自立性が高く、むしろ日常的な生活の単位であったと思われる。こうした行動システムの複雑化は、黒曜石の利用形態にも大きな変革をもたらした。そのことを列島の縄文文化を例にして確認してみたい。

黒曜石産地に現れた顕著な変化は、採掘の開始という新たな黒曜石採取法の出現に象徴される。長野県鷹山・同諏訪湖周辺、栃木県高原山等では地中の黒曜石を採取するため、地上から採掘した痕跡が発見されており、最近では隠岐でも報告されている。秋田でも黒曜石ではないが珪質頁岩の採掘址が調査されており、おそらく岩脈状の産状をもつ良質の石材原石の採掘は、縄文時代を通じて列島全域で普遍的に行われていた可能性が高い。

黒曜石は、縄文時代を通じて石器の主要石材であり続けた。遊動を行動戦略の基本としていた後期旧石器時代には、移動生活に伴い絶えず石核リダクションしながら石材を消費しつつ必要な石器の素材を生産していたため、黒曜石は持ち運び可能な限り大型の原石が好まれた。破損リスクを回避するため、原産地で一定の整形は行われたとしても、同一の集団が採取から消費まで行うことを基本としていたからである。

一方縄文時代になると定着的な占有の領域が形成されたので、領域性が強化され、恣意的な広域移動は難しくなった。黒曜石のような産地が限られる資源を直接採取するためには、他集団の領域を通過し利用する許可をえらねばならず、少なくともそれは、通常の「埋め込み」行動では果たしにくい。採掘は一集団の必要量確保のためとしては高コストな方法なので、他集団の需要をまかなうことが想定されていたはずである。縄文前期の中部～北関東では中央高地産黒曜石が広域に流通する交換網が形成されており、伊豆半島東海岸にある見高段間遺跡は神津島産黒曜石の、大分県大野川河口域にある横尾遺跡は姫島産黒曜石の陸揚げ場であったと推定されている。縄文時代は黒曜石のような石器石材だけではなく、ヒスイや琥珀といった貴石、天然アスファルト、顔料、貝製装飾品等が社会的ネットワークを基礎とした流通網によって広域に流通していた。

定着的な領域性の発達した縄文社会では、石器製作・運用構造も基盤から変化していた。安定した流通ネットワークに生活財の一部の供給を頼れるようになったことと、自らの領域内の資源を占有的に利用できることから資源の効率的・計画的な調達が可能となったこと等を背景として、剥片石器・礫石器の種類に応じてもっとも適当な石材を確保できるようになった。そのため供給頻度が少ない後期旧石器時代のように、なるべく大型の黒曜石原石を採取して節約的に消費する必要がなくなった結果、広域移動に適した石刃技法は衰退し、剥片削器等の臨機的な石器使用の比率が増大する一方、規

格化が要求される管理的な石器は減少した。管理的石器の代表は狩猟具であるが、縄文時代は狩猟の比重が相対的に減少し、その狩猟法も新たに出現した温帯森林環境下で有利な弓矢猟に移行したため、石鏃が狩猟具の代表となった。石鏃は小型剥片からも十分生産可能なので、その主要石材であった黒曜石の流通形態は、握り拳大以下の小型原石や剥片等でも十分まかなえた。こうした要求される黒曜石の採取・流通形態の変更が、黒曜石の流通・交換網が発達する背景となったことを看過してはならない(佐藤印刷中)。

引用参考文献

- 佐藤宏之 1992「北方系削片系細石器石器群と定住化仮説－関東地方を中心に－」『法政大学大学院紀要』29、55-83 頁
- 佐藤宏之 2004「ロシア極東における先史時代の黒曜石の利用」『黒曜石文化研究』3号、45-55 頁
- 佐藤宏之 2013「日本列島の成立と狩猟採集の社会」大津透編『岩波講座 日本歴史 第1巻 原始・古代1』29-62 頁、岩波書店
- 佐藤宏之 (印刷中)「総論：黒曜石原産地遺跡研究の地平」『考古学ジャーナル』2014年6月号
- 佐藤宏之・出穂雅実・山田 哲 2011「旧石器時代の狩猟と動物資源」佐藤宏之・飯沼賢司編『野と原の環境史』51-71 頁、文一総合出版
- 佐藤宏之・役重みゆき 2013「北海道の後期旧石器時代における黒曜石産地の開発と黒曜石の流通」『旧石器研究』9、1-25 頁
- Glascok, M. D., and Ferguson, J. R. 2012. Report on the Analysis of Obsidian Source Samples by Multiple Analytical Methods. Report on File. Columbia, MO, University of Missouri Research Reactor Center, Archaeometry Laboratory.
- Kim, J.C., D.K. Kim, M. Yoon, C.C. Yun, G. Park, H.J.Woo, M.Y. Hong, and G.K. Lee 2007. PIXE provenancing of obsidian artifacts from Paleolithic sites in Korea. Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association 27: 122-128.
- Kuzmin, Y.V., M.D. Glascok, and H. Sato 2002 Sources of archaeological obsidian on Sakhalin Island (Russian Far East). Journal of Archaeological Science 29: 741-749.
- Shackly, M.S. (ed.) 1998. Archaeological Obsidian Studies: Method and Theory. Plenum Press, New York and London.

付編 北海道における後期旧石器時代遺跡の黒曜石産地分析関連文献

役重みゆき・夏木大吾・根岸 洋

本科学研究の一環として、北海道における後期旧石器時代遺跡出土遺物の黒曜石産地分析関連文献を収集し、そのリストを作成した。文献をリスト化するうえで、「分析文献その他」と「遺跡文献」の二つの項目に分けた。詳細は下記のとおりである。

分析文献：黒曜石産地分析者による分析内容・結果が記載があるもの、分析者によって執筆されたものではないが産地分析の結果が記載があるもの、黒曜石原産地についての記載があるもの、黒曜石の化学組成分析が行われているものを含む。

遺跡文献：分析が行われた遺跡・遺物について報告されているものを含む。黒曜石産地分析が行われた遺物の出土状況や属性に関する情報も重要と考え、遺跡の発掘調査報告書も遺跡文献としてリストに採録した。

なお、後期旧石器時代と確実に判断できない一部の分析例については、採録を見送った。

分析文献その他 (1)

報告者	報告年	表題	文献	巻/号	発行機関	ページ
明石博志・後藤聡明	1978	『上似平遺跡発掘調査報告書』			帯広市教育委員会	107頁
阿部明義・佐川俊一・泉田 毅・末光正卓・富永勝也	2003	『千歳市オルイカ2遺跡』			道埋文	261頁
阿部明義・三浦正人・菊池慈人・広田良成	2005	『千歳市オルイカ2遺跡(2)』			道埋文	492頁
荒生健志	1986	『元町2遺跡』			美幌町教育委員会	142頁
荒生健志	1991	『みどり1遺跡』			美幌町教育委員会	183頁
石橋次雄・大島居仁・近藤祐弘・新見倫子・葦科哲男・山原敏朗	2001	『史跡ユクエピラチャン跡』			陸別町教育委員会	94頁
乾 哲也・小野哲也・奈良智法	2006	『上幌内モリ遺跡(1)』			厚真町教育委員会	234頁
岩崎厚司	2003	『北海道今金町美利河1遺跡K地点』	『第17回東北日本の旧石器文化を語る 会予稿集』		東北日本の旧石器文化を語る会	22-31
大島秀俊	1997	『千歳市オサツ16遺跡(2)』			北海道文化財保護協会	429頁
大島秀俊	1998	『千歳市オサツ16遺跡(3)』			北海道文化財保護協会	249頁
大島秀俊・谷岡康孝・長谷川徹	2000	『オハルベツ2遺跡(2)』			北海道文化財保護協会	497頁
太田敏量	1998	『北進遺跡1』			北網圏北見文化センター、北見市教育委員会	51頁
太田敏量・菅野友世・佐々木寛・葦科哲男・早田勉	2010	『蘭国橋遺跡・川東16遺跡』			北見市教育委員会	410頁
太田敏量・菅野友世・佐々木寛・葦科哲男・早田 勉	2011	『川向23遺跡・川東3遺跡』			北見市教育委員会	430頁
太田敏量・葦科哲男・(株)古環境研究所	2000	『南丘4遺跡』			北見市教育委員会	41頁
大沼忠春・千葉英一・遠藤香澄・立川トマ・久・熊谷仁志・花岡正光	1988	『新道4遺跡』			道埋文	667頁
大場利夫・近堂祐弘・久保勝範・宮 宏明	1983	『吉井沢遺跡発掘調査報告』	『北見郷土博物館紀要』	13	北見市立北見郷土博物館	1-37
大場利夫・近堂祐弘・久保勝範・宮 宏明	1984	『北上台地遺跡発掘調査報告』	『北見郷土博物館紀要』	14	北見市立北見郷土博物館	14-83
大場利夫・近堂祐弘・柳原哲司・宮 宏明	1984	『広畑丸山遺跡発掘調査報告』	『北見郷土博物館紀要』	15	北見市立北見郷土博物館	3-29
大矢義明	2000	『礼内N遺跡』			幕別町教育委員会	400頁
大矢義明	2001	『上土幌町居辺17遺跡』			上土幌町教育委員会	135頁
大矢義明・森内幸雄・福井常則	2005	『礼内K遺跡1』			幕別町教育委員会	171頁
小野 基	2002	『豊岡7遺跡』			美幌町教育委員会	139頁
影浦 寛・柳瀬由佳	2005	『森町 上台1遺跡』			道埋文	262頁+PL69
葛西智義	2003	『納内9遺跡』			深川市教育委員会	83頁
金成太郎・杉原重夫	2006	『元町2遺跡・みどり1遺跡・豊岡7遺跡出土黒曜石製遺物の産地推定』	『美幌博物館研究報告』	14	美幌博物館	1-20
菅野友世・久保勝範	1980	『北見市北進遺跡発掘調査報告特輯』	『北見郷土博物館紀要』	10	北見市立北見郷土博物館	1-52
北沢 実	1986	『幕別町美川地点の先石器時代の資料』	『十勝考古』	7	十勝川流域史研究会	4-8
北沢 実	1988	『帯広・曉遺跡3』			帯広市教育委員会	90頁
北沢 実	1989	『帯広市曉遺跡の発掘調査ー第5次調査報告書ー』			十勝考古学研究所	155頁
北沢 実	1992	『帯広・落合遺跡』			帯広市教育委員会	58頁
北沢 実	1993	『帯広・大空遺跡』			帯広市教育委員会	37頁
北沢 実	2000	『帯広・川西C遺跡2』			帯広市教育委員会	123頁
北沢 実・笹島香織・西沢千鶴・葦科哲男・三野紀雄・花岡正光	2004	『帯広・若葉の森遺跡』			帯広市教育委員会	236頁
北沢 実・山原敏朗	1995	『帯広・南町遺跡』			帯広市教育委員会	114頁
北沢 実・山原敏朗	1997	『帯広・稲田1遺跡』			帯広市教育委員会	112頁
北沢 実・山原敏朗・近堂祐弘・葦科哲男	1998	『帯広・川西C遺跡』			帯広市教育委員会	170頁

分析文献その他(2)

報告者	報告年	表題	文献	巻/号	発行機関	ページ
工藤 肇	2001	『勇払郡早来町遠浅6遺跡出土の旧石器時代遺物について』	『苫小牧市埋蔵文化財調査センター報告』	3	苫小牧市埋蔵文化財調査センター	11-17
熊谷仁志・鎌田 望	1998	『キウス5遺跡(6)B地区・C地区』	道埋文		道埋文	222頁+PL43
熊谷仁志・谷島由貴	2011	『北上4遺跡』	道埋文		道埋文	254頁+PL68
熊谷仁志・谷島由貴・笠原 興・広田良成・柳瀬由佳	2000	『東町遺跡』	道埋文		道埋文	85頁+PL20
越田賢一郎・佐藤和雄・立川トマス・三浦正人・花岡正光・谷島由貴・山原敏朗	1992	『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』	道埋文		道埋文	378頁
越田賢一郎・宋光正卓	1998	『重庭市ユカンボンE10遺跡』	道埋文		道埋文	136頁+PL38
後藤秀彦	1995	『第二章 大樹町の先史時代の姿』	『新・大樹町史』		大樹町	33-68
後藤聡明・富川俊治	1983	『北海道帯広空港南A遺跡』	北海道十勝支庁		北海道十勝支庁	31頁
坂本尚史	2011	『白滝遺跡群XI』	道埋文		道埋文	455頁+PL122
坂本尚史	2003	『広畑型ナイフ形石器を伴う石器群への一理解』	『古代文化』	55(4)	財団法人古代学協会	17-31
佐川俊一	2000	『赤井川村都遺跡』	道埋文		道埋文	104頁
佐川俊一・影浦 寛	2000	『芽室町北伏古2遺跡』	道埋文		道埋文	66頁
佐川俊一・中山昭大・山中文雄	2007	『下川町 前サンル1遺跡』	道埋文		道埋文	33頁+引用・参考文献1頁
佐川俊一・中山昭大・山中文雄	2007	『前サンル1遺跡』	道埋文		道埋文	33頁+引用・参考文献1頁
母島香織	1999	『幕別町美川地点における採集資料について』	『北海道旧石器文化研究』	4	北海道旧石器文化研究会	7-18
笹島香織・大矢義明	2008	『札内K遺跡II』	幕別町教育委員会		幕別町教育委員会	92頁
佐藤訓敏・北沢 実	1985	『帯広・映遺跡』	帯広市教育委員会		帯広市教育委員会	206頁
佐藤訓敏・北沢 実	1986	『帯広・空港南B遺跡』	帯広市教育委員会		帯広市教育委員会	69頁
佐藤訓敏・北沢 実	1986	『帯広・映遺跡2』	帯広市教育委員会		帯広市教育委員会	150頁
佐藤宏之・ヤロスラフV. クズミン・ミツツェルD. グラスコック	2002	『サハリン島出土の先史時代黒曜石製石器の原産地分析と黒曜石の流通』	『北海道考古学』	38	北海道考古学会	1-13
佐藤 聡	2002	『オハルベツ2遺跡(2)』	長万部町教育委員会		長万部町教育委員会	166頁
札幌大学木村英明ゼミナール	1987	『1986年度調査報告書』	『札幌大学教養部』	13	札幌大学教養部	129-177
杉浦重信	1987	『東麓郷1・2遺跡』	富良野市教育委員会		富良野市教育委員会	179頁
杉原荘介・戸沢充則	1975	『北海道白滝郡部台における細石器文化』	明治大学文学部考古学研究室		明治大学文学部考古学研究室	116頁+PL40
鈴木邦輝	1988	『名寄市日進2遺跡・日進31遺跡』	名寄市教育委員会		名寄市教育委員会	125頁
鈴木宏行・直江康雄	2006	『白滝遺跡群VI』	道埋文		道埋文	本文編543頁、石器実測・分布図編472頁、写真図版編403頁
鈴木宏行・直江康雄	2007	『白滝遺跡群VII』	道埋文		道埋文	339頁+PL83
辻 秀子	1977	『敦雄遺跡—先石器遺跡の発掘調査—』	更別村教育委員会		更別村教育委員会	108頁
辻 秀子・宮 宏明	1985	『居辺遺跡』	上士幌町教育委員会		上士幌町教育委員会	320頁
寺崎康史	1990	『神丘2遺跡』	今金町教育委員会		今金町教育委員会	136頁+PL30
寺崎康史	2005	『北海道南西部の旧石器時代における黒曜石の利用—ビリカ遺跡を中心として—』	『北海道旧石器文化研究』	10	北海道旧石器文化研究会	101-108
戸沢充則	1967	『北海道置戸安住遺跡の調査とその石器群』	『考古学集刊』	3(3)	明治大学文学部考古学研究室	1-45
友田哲弘	1994	『第一章 先石器時代の上川』	『新旭川市史』	第一巻	旭川市史編集会議	109-150
友田哲弘・岩崎由久・大倉千加子・箕浦剛・吉谷昭彦	2001	『校岡5遺跡』	旭川市教育委員会		旭川市教育委員会	104頁
豊原照司	2003	『釧路川水系の遺跡10. —黒曜石の原産地についで—』	『釧路市立博物館報』	381	釧路市立博物館	3-6
豊原照司	2003	『釧路川水系の遺跡11. —黒曜石の原産地についで—』	『釧路市立博物館報』	382	釧路市立博物館	3-7

付録： 役重みゆき・夏木大吾・根岸 洋

分析文献その他 (3)

報告者	報告年	表題	文献	巻/号	発行機関	ページ
豊原照司・坂井通子	2011	「安住遺跡(置戸町)出土の石器」	『釧路川』	20	釧路川流域史研究会事務局	1-4
直江康雄	2008	『白滝遺跡群IX』			道埋文	本文編427頁、石器実測・分布図編444頁、写真図版編239頁
直江康雄	2009	『白滝遺跡群X』			道埋文	294頁+PL63
直江康雄	2012	『白滝遺跡群XI』			道埋文	本文・石器実測図・分布図編587頁、一覧表109頁+PL283
直江康雄 鈴木宏行	2007	『白滝遺跡群VII』			道埋文	本文編465頁、石器実測・分布図編523頁、写真図版編325頁
長沼 孝・鈴木宏行・坂本尚史・直江康雄	2000	『白滝遺跡群I』			道埋文	306頁+PL77
長沼 孝・鈴木宏行・直江康雄	2002	『白滝遺跡群III』			道埋文	本文編543頁、石器実測・分布図編534頁、写真図版編382頁
長沼 孝・鈴木宏行・直江康雄	2004	『白滝遺跡群IV』			道埋文	本文編485頁、石器実測・分布図編586頁、写真図版編405頁
長沼 孝・鈴木宏行・直江康雄・越田雅司	2001	『白滝遺跡群II』			道埋文	本文編409頁、石器実測・分布図編325頁、写真図版編312頁
長沼 孝・西田 茂・花岡正光・畑 宏明	1985	『美利河1遺跡』			道埋文	355頁+PL51
長沼 孝・花岡正光・森 秀之	1988	『石川1遺跡』			道埋文	319頁+PL80
長沼 孝・前田正憲・森岡健治・花岡正光	1990	『栄町5遺跡』			道埋文	200頁+PL60
西田 茂・三浦正人・鈴木 信・中田裕香・吉田裕史・大森司統	1999	『ユカンボシC15遺跡(2)』			道埋文	485頁
西田 茂・石川 朗・佐藤和雄・谷島由貴	1987	『嵐山2遺跡』			道埋文	138頁
畑 宏明	1985	「VI 湯の里4遺跡の調査」	『湯の里遺跡群』		道埋文	107-257
福井淳一・越田賢一郎	1999	『相台1遺跡』			道埋文	311頁+PL52
藤本 強	1964	「北海道常呂郡留辺蘂町紅葉山遺跡発掘調査報告」	『考古学雑誌』	50(2)	日本考古学会	1-20
松村諭文・瀬下直人	2003	『白滝第30地点遺跡』			白滝村教育委員会	273頁
三浦正人・菊池慈人・皆川洋一・新家水奈・阿部明義・愛場和人・神岡淳子・広田良成	2008	『千歳市キウス9遺跡』			道埋文	426頁+PL110
三浦正人・越田雅司・末光正卓・愛場和人・阿部明義・広田良成	2010	『千歳市 アンカリト-7遺跡・アンカリト-9遺跡』			道埋文	300頁+PL58
三浦正人・菊池慈人・越田雅司・皆川洋一・愛場和人・末光正卓・広田良成	2013	『千歳市 キウス5遺跡(10)』			道埋文	641頁+PL118
三浦正人・越田雅司・愛場和人・末光正卓・広田良成	2013	『千歳市 祝梅川上田遺跡(2)』			道埋文	401頁+PL44
皆川洋一・笠原 興	1998	『千歳市 キウス7遺跡(5)』			道埋文	270頁+PL94
皆川洋一・山田和文	2007	『千歳市 祝梅川上田遺跡・梅川2遺跡』			道埋文	218頁+PL50
宮 宏明	1985	『広郷8遺跡(Ⅱ)』			北見市立北見郷土博物館	191頁
宮尾 亨	1997	「北海道今金町美利河1遺跡K地点」	『第11回東北日本の旧石器文化を語る会予稿集』		東北日本の旧石器文化を語る会	47-59
村田 大・新家水奈・中山昭大	2012	『更別村香川遺跡』			道埋文	41頁

分析文献その他(4)

報告者	報告年	表題	文献	巻/号	発行機関	ページ
森田知忠・青柳文吉・遠藤香澄・野中一宏・田中哲郎・森 秀之・石川 朗	1985	『美沢川流域の遺跡群VII』			道埋文	270頁
山原敏朗	1999	『帯広・落合遺跡2』			帯広市教育委員会	34頁
山原敏朗	2002	『帯広・落合遺跡3』			帯広市教育委員会	69頁
山原敏朗	2002	「上似平遺跡から出土した旧石器文化遺物の黒曜石原材料産地分析についての補足説明」	『帯広百年記念館紀要』	20	帯広百年記念館	53-56
山本文男・花岡正光・蕨科哲男	2006	『下幌呂15遺跡発掘調査報告書』			鶴居村教育委員会	238頁
横山英介・吉崎昌一	1974	『祝梅三角山地点』			千歳市教育委員会	37頁+付図4, PL10
和田憲治・佐野恭平	2011	「白滝黒曜石の化学組成と微細組織」	『旧石器研究』	7	日本旧石器学会	57-73

付編： 役重みゆき・夏木大吾・根岸 洋

遺跡文献(1)

報告者	報告年	表題	報告文献	巻/号	発行機関	ページ
井上 蔵	2003	「安芸遺跡出土黒曜石遺物の化学分析」	『安芸遺跡』		余市町教育委員会	122-131
井上 蔵	2003	「白滝第30地点遺跡出土黒曜石遺物の化学分析」	『白滝第30地点遺跡』		白滝村教育委員会	247-258
井上 蔵	2006	「上幌内モイ遺跡出土黒曜石の原産地分析」	『上幌内モイ遺跡(1)』		厚真町教育委員会	162-165
遺物材料研究所	2007	「白滝8遺跡・白滝18遺跡・白滝3遺跡出土の黒曜石製石器の原産地分析・水和層測定」	『白滝遺跡群Ⅳ』		道埋文	261-285
遺物材料研究所	2007	「前サンフレ1遺跡出土の黒曜石製石器の原産地分析・水和層測定」	『下川町 前サンフレ1遺跡』		道埋文	18-29
遺物材料研究所	2008	「旧白滝5遺跡出土の黒曜石製石器の原産地分析・水和層測定」	『白滝遺跡群Ⅴ』		道埋文	211-230
遺物材料研究所	2008	「札内K遺跡出土の黒曜石製石器の原産地分析・水和層測定」	『札内K遺跡Ⅲ調査報告書』		幕別町教育委員会	58-69
遺物材料研究所	2009	「遠軽町旧白滝16遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」	『白滝遺跡群Ⅵ』		道埋文	239-251
遺物材料研究所	2010	「蘭国橋遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」	『蘭国橋遺跡・川東16遺跡』		北見市教育委員会	63-89
遺物材料研究所	2010	「川東16遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」	『蘭国橋遺跡・川東16遺跡』		北見市教育委員会	280-329
遺物材料研究所	2011	「北見市北上4遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」	『北上4遺跡』		道埋文	218-232
遺物材料研究所	2011	「木口沢遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」	『白滝遺跡群Ⅶ』		道埋文	347-384
遺物材料研究所	2011	「(3)北見市川東3遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」	『川向23遺跡・川東3遺跡』		北見市教育委員会	321-349
遺物材料研究所	2012	「遠軽町旧白滝15遺跡出土の黒曜石製遺物の原産地分析」	『白滝遺跡群Ⅷ』		道埋文	529-546
遺物材料研究所	2012	「更別村香川遺跡の黒曜石製遺物の原産地分析」	『香川遺跡』		道埋文	17-30
北沢 実	1996	「帯広市曉遺跡出土遺物の原産地について」	『北海道旧石器文化研究』	1	北海道旧石器文化研究会	28-30
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』	35-36	地学団体研究会	267-273
興水達司	1988	「名寄市黒曜石の年代および名寄市日進2遺跡出土黒曜石製石器類の原産地」	『名寄市 日進2遺跡・日進31遺跡』		名寄市教育委員会	83-90
興水達司	1988	「日進33遺跡出土黒曜石片の水和層年代」	『日進33遺跡』		名寄市教育委員会	85-86
興水達司	1988	「石川1遺跡出土黒曜石片の年代と原産地」	『石川1遺跡』		道埋文	261-264
興水達司	1990	「黒曜石の原産地同定およびフィッショントラック年代測定」	『神丘2遺跡』		今金町教育委員会	118-119
興水達司	1990	「栄町5遺跡出土黒曜石の原産地同定および水和層年代測定」	『栄町5遺跡』		道埋文	166-169
興水達司	1991	「南島松4遺跡出土の黒曜石の原産地」	『南島松1遺跡・南島松4遺跡発掘調査報告書』		恵庭市教育委員会	85-86
興水達司	1994	「北斗遺跡出土黒曜石片の水和層年代」	『釧路市北斗遺跡Ⅳ』		釧路市教育委員会	39-40
近堂祐弘	1985	「美々4遺跡出土の黒曜石片の水和層年代」	『美沢川流域の遺跡群Ⅳ』		道埋文	185
近堂祐弘	1986	「空港南B遺跡出土の黒曜石フレークの水和層年代」	『帯広・空港南B遺跡』		帯広市教育委員会	55
近堂祐弘	1989	「曉遺跡第1地点出土の黒曜石器・石片の水和層年代」	『曉遺跡の発掘調査-第5次調査報告書-』		十勝考古学研究所	69-70
近堂祐弘	1989	「細石刃を主体とする北見市4遺跡の黒曜石器・石片の水和層年代」	『北網圏北見文化センター研究報告』 考古学関係論文集Ⅰ		北見市教育委員会	1-3
近堂祐弘	1992	「清水町共栄3遺跡出土の黒曜石剥片の水和層年代」	『清水町 上清水2遺跡・共栄3遺跡(2)・東松沢2遺跡 芽室町 北明遺跡』		道埋文	319-320
近堂祐弘	1997	「第5節 千歳市オサツ16遺跡出土の黒曜石剥片の水和層年代」	『千歳市オサツ16遺跡(2)』		北海道文化財保護協会	427-428
近堂祐弘・柳原哲司	1985	「居辺16遺跡出土の黒曜石片の水和層年代」	『居辺遺跡』		上士幌町教育委員会	84-87
近堂祐弘・柳原哲司	1985	「広郷8遺跡出土の黒曜石器・石片の水和層年代」	『広郷8遺跡(Ⅱ)』		北見市立北見郷土博物館	149-153
近堂祐弘・柳原哲司	1985	「美利河1遺跡出土の黒曜石器の水和層年代」	『美利河1遺跡』		道埋文	268-269
近堂祐弘・藁科哲男	1998	「帯広市川西C遺跡出土の黒曜石剥片の原産地分析と水和層年代」	『帯広・川西C遺跡』		帯広市教育委員会	115-119
近堂祐弘・藁科哲男	1998	「千歳市オサツ16遺跡出土の黒曜石器・剥片の産地分析と水和層年代」	『オサツ16(3)遺跡』		北海道文化財保護協会	245-247

遺跡文献(2)

報告者	報告年	表題	報告文献	巻/号	発行機関	ページ
近堂祐弘・葦科哲男	1999	「幕別町日新F遺跡出土の黒曜石剥片の原材産地分析と水和暦年代」	『日新F遺跡調査報告書』		幕別町教育委員会	51-57
近堂祐弘・葦科哲男	2000	「幕別町札内N遺跡出土の黒曜石剥片の原材産地分析と水和暦年代(平成9年度分)」	『札内N遺跡調査報告書』		幕別町教育委員会	362-363
近堂祐弘・葦科哲男	2000	「幕別町札内N遺跡出土の黒曜石剥片の原材産地分析と水和暦年代(平成10年度分)」	『札内N遺跡調査報告書』		幕別町教育委員会	364-373
近堂祐弘・葦科哲男	2001	「早来町遠浅6遺跡出土の黒曜石剥片の原材産地分析と水和暦年代」	『苫小牧市埋蔵文化財調査センター所報』	3	苫小牧市埋蔵文化財調査センター	59-60
杉原重夫・金成太郎・柴田 徹・長井雅史	2009	「北海道・置戸安住遺跡出土黒曜石製遺物の原産地推定」	『旧石器研究』	5	日本旧石器学会	131-150
竹原弘展	2008	「2 キウス9遺跡出土黒曜石の産地同定」	『千歳市 キウス9遺跡』		道埋文	340-343
竹原弘展	2010	「4. アンカリト-7遺跡出土黒曜石の産地推定」	『千歳市アンカリト-7遺跡・アンカリト-9遺跡』		道埋文	277-279
竹原弘展	2013	「2. 祝梅川上田遺跡出土黒曜石の産地推定(平成18年度)」	『千歳市 祝梅川上田遺跡(2)』		道埋文	377-381
竹原弘展	2013	「2. 祝梅川上田遺跡出土黒曜石の産地推定(平成20年度)」	『千歳市 祝梅川上田遺跡(2)』		道埋文	382-384
竹原弘展	2013	「1. 黒曜石製遺物原産地推定」	『千歳市 キウス5遺跡(9)』		道埋文	625-628
鶴丸俊明	1977	「黒曜石分析」	『磐城遺跡』		更別町教育委員会	39-40
中谷良弘・和田恵治	2010	「後期旧石器時代、旭川市共栄7遺跡の剥片石器とその石材原産地」	『北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告』	44	北海道教育大学大雪山自然教育研究施設、旭川市	7-16
パリオ・サーヴェイ株式会社	1999	「オハバルベツ3・4遺跡の自然科学分析」	『オハバルベツ3遺跡・オハバルベツ4遺跡』		長万部町教育委員会	208-223
東村武信・葦科哲男	1995	「帯広市宮本遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」	『帯広・宮本遺跡2』		帯広市教育委員会	65-74
福井常則	2005	「札内K遺跡出土の黒曜石製石器、剥片の原材産地分析・水和暦年代測定」	『札内K遺跡Ⅱ調査報告書』		幕別町教育委員会	112-124
明治大学学術フロンティア推進事業事務局	2009	「日東遺跡」	『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)—』		明治大学文化財研究所	46-49
明治大学学術フロンティア推進事業事務局	2009	「黒田1遺跡」	『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)—』		明治大学文化財研究所	54-56
明治大学学術フロンティア推進事業事務局	2011	「白滝服部台遺跡」	『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(2)—』		明治大学文化財研究所	
山原敏朗	2002	「上似平遺跡から出土した旧石器文化遺物の黒曜石原材産地分析についての補足説明」	『帯広百年記念館紀要』	20	帯広百年記念館	53-56
山原敏朗	2002	「理化学的分析結果からみた十勝平野における黒曜石製旧石器時代遺物の原材産地について」	『帯広・落合遺跡3』		帯広市教育委員会	35-38
吉谷昭彦	2001	「北海道旭川市に分布する遺跡から出土した黒曜岩の原産地の推定について」	『桜岡5遺跡』		旭川市教育委員会	58-65
吉谷昭彦・川辺百樹・須田 修・水舟一郎・長畑 三	2001	「居辺17遺跡から出土した黒曜岩の原産地について—黒曜岩の微量元素組成からのアプローチ—」	『上土幌町・居辺17遺跡』	23	上土幌東大雪博物館	1-19
吉谷昭彦・水舟一郎	2001	「居辺17遺跡から出土した黒曜岩の原産地の推定について」	『上土幌町教育委員会』		上土幌町教育委員会	82-97
葦科哲男	1992	「清水町共栄3、東松沢2、茅室町北明1遺跡ほか出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」	『清水町 上清水2遺跡・共栄3遺跡(2)・東松沢2遺跡 茅室町 北明遺跡』		道埋文	303-316
葦科哲男	1993	「帯広市落合、上似平、眺、空港南A遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」	『帯広百年記念館紀要』	11	帯広百年記念館	7-16
葦科哲男	1997	「第4節 千歳市オサツ16遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」	『千歳市オサツ16遺跡(2)』		北海道文化財保護協会	422-426
葦科哲男	1997	「帯広市稲田1遺跡他出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」	『帯広・稲田1遺跡』		帯広市教育委員会	81-89
葦科哲男	1998	「黒曜石・安山岩製遺物の原材産地分析」	『北進遺跡Ⅱ』		北見市教育委員会・北網圏北見文化センター	27-38
葦科哲男	1998	「ユカンボンE10遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」	『ユカンボンE10遺跡』		道埋文	105-114

遺跡文献(3)

報告者	報告年	表題	報告文献	巻/号	発行機関	ページ
藁科哲男	1998	「キウス5遺跡B地区・C地区出土の黒曜石製遺物の原材産地分析および黒曜石製遺物の非破壊分析による水和層の測定」	『キウス5遺跡(6)B地区・C地区』		道埋文	169-186
藁科哲男	1998	「キウス7遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」	『キウス7遺跡(5)』		道埋文	235-248
藁科哲男	1999	「落合遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析および黒曜石製遺物の非破壊分析による水和層の測定」	『帯広・落合遺跡2』		帯広市教育委員会	63-70
藁科哲男	1999	「柏台1遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析および黒曜石製遺物の非破壊分析による水和層年代の測定」	『柏台1遺跡』		道埋文	211-224
藁科哲男	1999	「ユカンボンC15遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析および黒曜石製遺物の非破壊分析による水和層の測定」	『ユカンボンC15遺跡(2)』		道埋文	474-483
藁科哲男	2000	「川西C遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析」	『帯広・川西C遺跡2』		帯広市教育委員会	79-85
藁科哲男	2000	「茅室町北伏古2遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析および非破壊分析による水和層の測定」	『北伏古2遺跡』		道埋文	31-40
藁科哲男	2000	「赤井川村都遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析および非破壊分析による水和層の測定」	『都遺跡』		道埋文	65-74
藁科哲男	2000	「黒曜石製遺物の原材産地分析」	『南丘4遺跡』		北見市教育委員会・北網圏北見文化センター	21-29
藁科哲男	2000	「上白滝7遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析および非破壊分析による水和層の測定」	『白滝遺跡群Ⅰ』		道埋文	219-233
藁科哲男	2000	「真町遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析および非破壊分析による水和層の測定」	『真町遺跡』		道埋文	67-77
藁科哲男	2001	「IV 4 上白滝2・上白滝6・北支湧別4遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地および非破壊分析による水和層の測定」	『白滝遺跡群Ⅱ』		道埋文	235-247
藁科哲男	2001	「第2節 黒曜石産地同定」	『史跡ウクエビラチャン跡』		陸別町教育委員会	70-77
藁科哲男	2002	「V 4 自然科学的分析等 奥白滝1・上白滝5・北支湧別4遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析および非破壊分析による水和層の推定」	『白滝遺跡群Ⅲ』		道埋文	295-316
藁科哲男	2002	「上似平遺跡出土の旧石器時代黒曜石細石刃、石片の原材産地分析」	『帯広百年記念館紀要』	20	帯広百年記念館	43-52
藁科哲男	2002	「落合遺跡および関連遺跡出土の黒曜石製石器、石片の原材産地分析」	『帯広・落合遺跡3』		帯広市教育委員会	
藁科哲男	2002	「2 オバルベツ2遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析および非破壊分析による水和層の測定」	『オバルベツ2遺跡(2)』		長万部町教育委員会	144-155
藁科哲男	2003	「納内9遺跡出土の黒曜石、安山岩製石器、剥片の原材産地分析」	『納内9遺跡』		深川市教育委員会	36-44
藁科哲男	2003	「オルイカ2遺跡出土の黒曜石製石器・剥片の原材産地分析」	『オルイカ2遺跡』		道埋文	169-178
藁科哲男	2004	「若葉の森遺跡出土の黒曜石製遺物の原材産地分析」	『帯広・若葉の森遺跡』		帯広市教育委員会	107-116
藁科哲男	2004	「4 上白滝8・上白滝6遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析および非破壊分析による水和層の測定」	『白滝遺跡群Ⅳ』		道埋文	298-320
藁科哲男	2005	「上台1遺跡出土の黒曜石製石器、剥片の原材産地分析・水和層測定」	『上台1遺跡』		道埋文	222-232
藁科哲男	2006	「上白滝8遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析・水和層測定」	『白滝遺跡群Ⅴ』		道埋文	283-301
藁科哲男	2006	「北海道鶴居村下幌呂15遺跡出土の黒曜石製石器、剥片の原材産地分析」	『下幌呂15遺跡発掘調査報告書』		鶴居村教育委員会	206-223
藁科哲男	2007	「服部台2・奥白滝1遺跡出土の黒曜石製石器の原材産地分析・水和層測定」	『白滝遺跡群Ⅵ』		道埋文	275-296
藁科哲男・近堂祐弘	2000	「オバルベツ2遺跡出土の旧石器に伴う黒曜石剥片の原材産地分析と水和層年代」	『長万部町オバルベツ2遺跡(2)』		北海道文化材保護協会	1-6

遺跡文献 (4)

報告者	報告年	表題	報告文献	巻/号	発行機関	ページ
藁科哲男・東村武信	1984	「北見市内における遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」	『北見郷土博物館紀要』	14	北見市立北見郷土博物館	1-13
藁科哲男・東村武信	1985	「札内遺跡出土の黒曜石遺物の原産地分析」	『札内遺跡・北海道中川郡幕別町札内遺跡第1次発掘調査報告書』		幕別町教育委員会	29-36
藁科哲男・東村武信	1985	「湯の里遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」	『湯の里遺跡群』		道埋文	201-214
藁科哲男・東村武信	1985	「美利河1遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」	『美利河1遺跡』		道埋文	270-281
藁科哲男・東村武信	1985	「広郷8遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」	『広郷8遺跡(Ⅱ)』		北見市立北見郷土博物館	138-144
藁科哲男・東村武信	1987	「嵐山12遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」	『鷹栖町 嵐山12遺跡』		道埋文	128-138
藁科哲男・東村武信	1987	「東麓郷1・2遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」	『東麓郷1・2遺跡』		富良野市教育委員会	83-108
藁科哲男・東村武信	1987	「西野幌3遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」	『西野幌3遺跡』		道埋文	65-69
藁科哲男・東村武信	1988	「日連2遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」	『名寄市 日連2遺跡・日連31遺跡』		名寄市教育委員会	69-82
藁科哲男・東村武信	1988	「新道4遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」	『新道4遺跡』		道埋文	121-124
藁科哲男・東村武信	1989	「日連33遺跡出土の黒曜石遺物の石材産地分析」	『名寄市郷土資料報告』	4	名寄市郷土資料室	35-44
藁科哲男・東村武信	1993	「豊浦町高岡1遺跡出土の黒曜石製遺物の石材産地分析」	『高岡 遺跡』		道埋文	217-225
藁科哲男・東村武信	1995	「帯広市南町1・2遺跡出土の黒曜石製遺物の石材産地分析」	『帯広・南町遺跡』		帯広市教育委員会	97-104
Kuzmin, Y.V., M.D. Glascok and H. Sato	2002	Sources of archaeological obsidian on Skhalin Island (Russian Far East)	Journal of Archaeological Science	29	Academic Press	741-749

付編 研究業績目録

佐藤宏之

編著書

- 2010 年 3 月 「北海道忠類ナウマンゾウ産出地点の再調査報告」（高橋啓一・出穂雅実・佐藤宏之編）『化石研究会会誌』特別号第 4 号、79p., 滋賀
- 2010 年 4 月 『講座 日本の考古学 第 1 巻 旧石器時代（上）』（稲田孝司・佐藤宏之編）青木書店、621p., 東京
- 2010 年 6 月 『講座 日本の考古学 第 2 巻 旧石器時代（下）』（稲田孝司・佐藤宏之編）青木書店、606p., 東京
- 2011 年 3 月 『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』[東京大学常呂実習施設研究報告第 8 集、大学共同利用研究機関法人・人間文化研究機構・総合地球環境学研究所 平成 18～22 年度プロジェクト 5-3「日本列島における人間 - 自然相互関係の歴史的・文化的検討」サハリン・沿海州班研究成果報告書]東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設, 大学共同利用研究機関法人・人間文化研究機構・総合地球環境学研究所、261p. 北見市
- 2011 年 3 月 『野と原の環境史』[シリーズ 日本列島の三万五千年 - 人と自然の環境史 第 2 巻](湯本貴和編、佐藤宏之・飯沼賢司責任編集)文一総合出版、333p. 東京
- 2011 年 11 月 *Program, Abstract, and Excursion Guide for Dual Symposia “The Emergence and Diversity of Modern Human Behavior in Palaeolithic Asia & The 4th Annual Meeting of the Asian Palaeolithic Association”*, National Museum of Nature and Science, Tokyo; Japanese Palaeolithic Research Association, 164 p., Tokyo.(出穂雅美・海部陽介・小野昭と共編)
- 2012 年 10 月 『黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容（Ⅰ）』[東京大学常呂実習施設研究報告第 10 集、平成 21～25 年度日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究（A）研究成果中間報告書]東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設、177p. 北見市

編集集中 *The Emergence and Diversity of Modern Human Behaviors in Paleolithic Asia*. Texas M & A University Press. (Kaifu, Y. Izuhou, M. Geobel, T. Sato, H. Ono, A. 共編)

編集

- 2010 年 5 月 『公開シンポジウム「黒曜石が開く人類社会の交流Ⅱ」』[平成 21～25 年度科学研究費補助金基盤（A）「黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容」研究集会予稿集]東京大学大学院人文社会系研究科、87p. 東京

論文

- 2009 年 4 月 「地考古学が考古学に果たす役割」『第四紀研究』48 巻 2 号、77-83 頁、日本第四紀学会、東京

- 2009 年 6 月 「東アジア型ハンドアックス石器群の展開」『加藤晋平先生喜寿記念論文集 物質文化史学論聚』（加藤晋平先生喜寿記念論文集刊行委員会編）、45-55 頁、北海道出版企画センター、札幌
- 2009 年 10 月 「民族考古学からみた縄文文化の構造変動 - 狩猟採集民の定住行動 -」『日本考古学協会 2009 年度山形大会 シンポジウム資料集』311-315 頁、日本考古学協会 2009 年度山形大会実行委員会、山形
- 2009 年 12 月 「東アジアにおける前期旧石器時代から後期旧石器時代開始期までの研究の現状と展望 - 東アジア世界の成立と展開 -」『九州旧石器』第 13 号、1-7 頁、九州旧石器文化研究会
- 2010 年 1 月 「深化と開拓① 民族考古学（北方から）」『研究の行方—何がわからなくて何をなすべきか』[縄文の考古学 XⅡ 巻]（小杉康・谷口康浩・西田泰民・水ノ江和同・矢野健一編）、13-23 頁、同成社、東京
- 2010 年 2 月 「東アジアにおける削片系細石刃石器群の伝播」『比較考古学の地平』（菊池徹夫編）、895-904 頁、同成社、東京
- 2010 年 3 月 Social complexity and organization in Paleolithic of Eurasia. *Al-RĀFIDĀN*, Special Issue: 21-24, Institute for Cultural Studies of Ancient Iraq, Kokushikan University.
- 2010 年 3 月 「日本列島における中期 / 後期旧石器時代移行期の石器群と竹佐中原遺跡」『長野県竹佐中原遺跡における旧石器時代の石器文化Ⅱ』365-372 頁、国土交通省中部地方整備局・長野県埋蔵文化財センター、長野
- 2010 年 4 月 「旧石器時代研究の歴史」『講座日本の考古学 第 1 巻 旧石器時代（上）』（稲田孝司・佐藤宏之編）、40-73 頁、青木書店、東京
- 2010 年 6 月 「陥し穴猟」『講座日本の考古学 第 2 巻 旧石器時代（下）』（稲田孝司・佐藤宏之編）、180-200 頁、青木書店、東京
- 2010 年 6 月 「旧石器時代集団の行動生態論的研究」『講座日本の考古学 第 2 巻 旧石器時代（下）』（稲田孝司・佐藤宏之編）、373-391 頁、青木書店、東京
- 2010 年 9 月 Upper Paleolithic technological organizations response to landscape changes in northern Japan. *The Initial Human Habitation of the Continental and the Insular Parts of the Northern Asia*, edited by V. V. Vasilevski, 135-141, Sakhalin State University: Yuzhno-Sakhalinsk. (佐藤宏之・森先一貴・出穂雅実)
- 2010 年 10 月 「旧石器時代の北東アジアと日本列島」『考古学ジャーナル』605 号、6-9 頁、ニュー・サイエンス社
- 2011 年 3 月 Did the Japanese obsidian reach the Continental Russian Far East in Upper Paleolithic?. In *Emlékkönyv Violának: Papers in honour of Viola T. Dobosi*, (eds.) T. Biró Katalin and M. András, pp.206-223, Hungarian National Museum, Budapest.
- 2011 年 3 月 「ロシア沿海州遺跡出土動物相カタログ」佐藤宏之編『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設、大学共同利用研究機関法人・人間文化研究機構・総合地球環境学研究所、25-35 頁、北見市
- 2011 年 3 月 「日本列島における後期更新世後半の陸生大型哺乳動物の絶滅年代」佐藤宏之編『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設、大学共同利用

- 研究機関法人・人間文化研究機構・総合地球環境学研究所、36-55 頁、北見市（岩瀬彬・橋詰潤・出穂雅実・高橋啓一・佐藤宏之）
- 2011 年 3 月 「秋田 10 遺跡の調査研究の意義と遺跡の概要」佐藤宏之編『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設，大学共同利用研究機関法人・人間文化研究機構・総合地球環境学研究所、89-92 頁、北見市（出穂雅実・森先一貴・尾田識好・佐藤宏之）
- 2011 年 3 月 「秋田 10 遺跡の表面採集資料」佐藤宏之編『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設，大学共同利用研究機関法人・人間文化研究機構・総合地球環境学研究所、98-121 頁、北見市（出穂雅実・森先一貴・尾田識好・役重みゆき・佐藤宏之）
- 2011 年 3 月 「秋田 10 遺跡出土の台形様石器石器群」佐藤宏之編『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設，大学共同利用研究機関法人・人間文化研究機構・総合地球環境学研究所、142-145 頁、北見市
- 2011 年 3 月 「宗谷地方における後期旧石器時代石器群」佐藤宏之編『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設，大学共同利用研究機関法人・人間文化研究機構・総合地球環境学研究所、193-218 頁、北見市（役重みゆき・山田 哲・佐藤宏之・高畠孝宗）
- 2011 年 3 月 「ロシア沿海州ハサン地区グヴォズデヴォ 5 遺跡の調査研究」佐藤宏之編『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設，大学共同利用研究機関法人・人間文化研究機構・総合地球環境学研究所、219-224 頁、北見市（森先一貴・佐藤宏之・出穂雅実・山田哲）
- 2011 年 3 月 「旧石器時代の狩猟と動物資源」『野と原の環境史』（佐藤宏之・飯沼賢司責任編集）51-71 頁、文一総合出版、東京（佐藤宏之・出穂雅実・山田哲）
- 2011 年 3 月 「野と原の環境史」『野と原の環境史』（佐藤宏之・飯沼賢司責任編集）11-14 頁、文一総合出版、東京（飯沼賢司・佐藤宏之）
- 2011 年 3 月 「野と原の「賢明な利用」と重層するカバナンス」『野と原の環境史』（佐藤宏之・飯沼賢司責任編集）293-305 頁、文一総合出版、東京（飯沼賢司・佐藤宏之）
- 2011 年 4 月 Human cultures and environmental changes in the Pleistocene-Holocene transition in the Japanese Archipelago. *Quaternary International*, 237: 93-102.（佐藤宏之・出穂雅実・森先一貴）
- 2011 年 9 月 「オーストラリア大陸への人類の移住」『旧石器考古学』75 号、101-108 頁、旧石器文化談話会、京都
- 2011 年 12 月 「荒川台型細石刃石器群の形成と展開 -“稜柱系”細石刃石器群の生成プロセスを展望して-」『考古学研究』58 巻 3 号、51-68 頁、考古学研究会、岡山
- 2012 年 1 月 Late Pleistocene trap-pit hunting in the Japanese Archipelago. *Quaternary International*, 248: 43-55.

- 2012 年 3 月 「縄文人は定住していたか？— 民族考古学から見た狩猟採集民の定住行動 —」『東北地方における環境・生業・技術に関する歴史動態論的総合研究 平成 19 年度～平成 23 年度私立大学学術研究高度化推進事業「オープン・リサーチ・センター整備事業」研究成果報告書』47—55 頁、東北芸術工科大学東北文化研究センター
- 2012 年 3 月 「環日本海北部地域における後期旧石器時代の環境変動と先史狩猟採集民の生業適応」『第 26 回北方民族文化シンポジウム報告書』45-54 頁、北海道立北方民族博物館、網走
- 2012 年 3 月 The timing of megafaunal extinction in the late Late Pleistocene on the Japanese Archipelago. *Quaternary International*, 255: 114-124. (岩瀬彬・橋詰潤・出穂雅実・高橋啓一・佐藤宏之)
- 2012 年 Археологические исследования на памятнике Гвоздево-5 в южном приморье. *Дальневосточно-сибирские Древности*, pp. 93-95, Издательство Института археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск. (A.H. Попов, M.Изухо, Б.В.Лазин, С.Ямада, К.Морисаки, Х.Сато)
- 2012 年 3 月 「オホーツク文化竪穴住居の「家送り」儀礼について」東京大学大学院人文社会系研究科考古学研究室・常呂実習施設編『トコロチャシ跡遺跡オホーツク地点』243-252 頁、東京大学大学院人文社会系研究科、東京
- 2013 年 5 月 「北海道の後期旧石器時代における黒曜石産地の開発と黒曜石の流通」『旧石器研究』9 号、1-25 頁、日本旧石器学会、東京（佐藤宏之・役重みゆき）
- 2013 年 6 月 Original characteristics of modern human behavior on Japanese early Early Upper Paleolithic: edge-ground axe, circular settlement and trap pit hunting. Lee, Y., Gao, X., Xie, F. eds. *Proceedings of the 16th International Symposium: SUYANGGAE and Her Neighbours in Nihewan*, pp. 160-172, 海洋出版社、北京
- 2013 年 11 月 「関東地方における石器石材利用の時期別動向と地域性」『石器石材と旧石器社会』147-157 頁、中・四国旧石器文化談話会、岡山
- 2013 年 11 月 「日本列島の成立と狩猟採集の社会」大津透編『岩波講座 日本歴史 第 1 巻 原始・古代 1』29-62 頁、岩波書店、東京
- 2014 年 2 月 「石刃礫石器群の多様性と共通性」大貫静夫・福田正宏編『環日本海北回廊における完新世初頭の様相解明』119-124 頁、東京大学大学院人文社会系研究科
- 2014 年 2 月 Obsidian exploitation and circulation in Late Pleistocene Hokkaido. In: Ono, A. and Yamada, M. (eds.) *Lithic Raw Material Exploitation and Circulation in Prehistory: a comparative perspective in diverse palaeoenvironment*. pp. 155-173, ERAUL, 138(Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, Belgique).(Sato, H. and Yakushige, M.)
- 2014 年 2 月 Shirataki obsidian exploitation and circulation in prehistoric northern Japan. *Journal of Lithic Studies*, 1(1): doi: 10.2218/jls.v1i1.768, (Yakushige, M. and H. Sato)
- 2014 年 3 月 Integration of obsidian compositional studies and lithic reduction sequence analysis at the Upper Paleolithic site of Ogachi-Kato 2, Hokkaido, Japan. In A. Ono, M. D. Glascock, Y. V. Kuzmin, and Y. Suda (eds.) *Methodological Issues for Characterisation and Provenance Studies of Obsidian in Northeast Asia*. British Archaeological Report, International Series 2620, pp. 125-142, Oxford. (Izuho, M., J.R. Ferguson, M.D. Glascock, N. Oda, F. Akai, Y.

- Nakazawa, H. Sato)
- 2014 年 3 月 Multi-Method Characterization of Obsidian Source Compositional Groups on Hokkaido Island (Japan). In A. Ono, M. D. Glascock, Y. V. Kuzmin, and Y. Suda (eds.) *Methodological Issues for Characterisation and Provenance Studies of Obsidian in Northeast Asia*. British Archaeological Report, International Series 2620, pp. 13-32, Oxford. (Ferguson, J.R., Glascock, M., Izuho, M., Mukai, M., Wada, K., and Sato, H.)
- 2014 年 3 月 Chemical composition of obsidians in Hokkaido Island, northern Japan: the importance of geological and petrological data for source studies. In A. Ono, M. D. Glascock, Y. V. Kuzmin, and Y. Suda (eds.) *Methodological Issues for Characterisation and Provenance Studies of Obsidian in Northeast Asia*. British Archaeological Report, International Series 2620, pp. 67-84, Oxford. (Wada, K., M. Mukai, K. Sano, M. Izuho and H. Sato)
- 印刷中 「狩猟具と施設」『講座日本の考古学 第4巻 縄文時代(下)』(今村啓爾・泉拓良編)、青木書店、東京
- 印刷中 Trap-pit hunting in Late Pleistocene Japan. In: Kaifu, Y. Izuho, M. Geobel, T. Sato, H. Ono, A. (eds.) *The Emergence and Diversity of Modern Human Behaviors in Paleolithic Asia*. Texas M & A University Press.
- 印刷中 Practical and methodological problems for reconstructing hunter-gatherer obsidian procurement strategy: a case study from the Late Upper Paleolithic site of Kamihoronai-Moi, Hokkaido. In: Ono, A. Glascock, M. and Suda, Y. (eds.) *Methodological Issues of Obsidian Provenance Studies and the Standardization of Geologic Obsidian*. British Archaeological Report, International Series, Oxford. (Izuho, M. Nakazawa, Y. Akai, F. Yamada, S. Wada, K. Mukai, M. Sato, H.)
- 印刷中 Intrasite variability of Oshorokko microblade industry in Yoshiizawa site in Hokkaido, northern Japan. In: Proceedings of the 5th Annual Meeting of the Asian Paleolithic Association in Krasnoyarsk. (Sato, H., Yamada, S. and Izuho, M.)
- 印刷中 「死者をめぐる儀礼の発生」野崎歓・秋山聡編『死者との対話』人文知のフロンティア・シリーズ第Ⅱ巻、東京大学出版会
- 印刷中 Lithic technological and human behavioral diversity before and during the Late Glacial: A Japanese case study. *Quaternary International*, (Morisaki, K. and H. Sato)
- 印刷中 Environmental fluctuation in the Northern Circum Japan Sea Area in the Upper Paleolithic and subsistence adaptation of prehistoric hunter-gatherers. *Papers of 50th Anniversary of Paleolithic Studies of Prof. Lee Yung-jo*,
- 印刷中 「アムール下流域における前期新石器社会の石器技術と行動」『環日本海北回廊の考古学的研究(Ⅰ): ヤミフタ1遺跡発掘調査報告書』平成23～27年度日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究(A) 研究成果中間報告書、東京大学常呂実習施設研究報告第11集(森先一貴と共著)、東京大学大学院人文社会系研究科
- 印刷中 Human reactions to environmental change during the Pleistocene- Holocene transition in the Japanese Archipelago. In E. Robinson and F. Sellet (eds.) *Lithic Organization and Paleoenvironmental Change: Global and Diachronic Perspective*, Springer. (Morisaki, K., Izuho, M. and Sato, H.)

- 印刷中 「黒曜石研究の現状と課題：産地同定研究法の標準化を展望して」『法政考古学』40 集、法政考古学会
- 印刷中 「大学との地域連携と「北の異界展」」菊池徹夫・宇田川洋編『オホーツク海沿岸の遺跡とアイヌ文化』北海道出版企画センター
- 印刷中 「北東アジアの歴史の中で」菊池徹夫・宇田川洋編『オホーツク海沿岸の遺跡とアイヌ文化』北海道出版企画センター
- 印刷中 Hunter-gatherer responses to abrupt environmental change from the terminal Pleistocene to the early Holocene in the Lower Amur region. In S. Sázelová and A. Mizerová (eds.) *Forgotten Times, Spaces and Lifestyles: Anniversary volume dedicated to Prof. Jiří Svoboda*, (Morisaki, K. and Sato, H.)
- 印刷中 Shirataki obsidian exploitation and circulation in prehistoric northern Japan. *Journal of Lithic Studies*, 1(1), (Yakushige, M. and H. Sato)
- 印刷中 「総論：黒曜石原産地遺跡研究の地平」『考古学ジャーナル』6月号、ニュー・サイエンス社
- 印刷中 Upper Paleolithic technological organizational responses to landscape changes in Northern Japan. *Antiquity*, (Morisaki, K., Izuhō, M., and Sato, H.)

翻訳・解説

- 2012 年 6 月 A.P. デレヴィアンコ著「人類の起源とユーラシア大陸における人類の居住 — 解剖学的現生人類の形成 -」『旧石器研究』8号、1-20 頁、日本旧石器学会、東京

書評

- 2011 年 8 月 「スティーブン・ソロモン著『水が世界を支配する』」『東京新聞』8月28日(日)、13面(読書面)

短報・研究概要・その他

- 2009 年 4 月 「考古遺跡から何がわかるか? : Geoarchaeology」『第四紀研究』48 巻 2 号、75-76 頁、日本第四紀学会、東京
- 2009 年 9 月 「東アジア ロシア極東」『世界の土器の始まりと造形』2-4 頁、古代オリエント博物館、東京
- 2010 年 2 月 「シンポジウム「世界の土器の始まりについて」」『ORIENTE』40 号、11-16 頁 (2009 年 10 月 31 日開催のシンポジウムの記録、当日講演者とともに)
- 2010 年 3 月 「コメント」『史観』162 冊、184-186 頁、早稲田大学史学会
- 2010 年 5 月 「ナイフ形石器文化前半期」『日本列島の旧石器時代遺跡 - 日本旧石器 (先土器・岩宿) 時代遺跡のデータベース -』11-12 頁、日本旧石器学会、東京
- 2010 年 5 月 「日本考古学協会の記録」『日本考古学年報』61 号、105-127 頁、日本考古学協会、東京
- 2010 年 6 月 「後牟田遺跡」『日本旧石器学会第 8 回講演・研究発表・シンポジウム予稿集』73 頁、日本旧石器学会、東京
- 2011 年 2 月 「第 3 回アジア旧石器協会韓国大会」『ニュースレター』16 号、1-2 頁、日本旧石器学会

- 2011 年 3 月 「コラム マンモスゾウはなぜ絶滅したか」『野と原の環境史』77-79 頁、文一総合出版、東京（出穂雅実と共著）
- 2011 年 3 月 「コラム 年代と時代」『野と原の環境史』73-76 頁、文一総合出版、東京
- 2011 年 8 月 「人類はどのように日本列島にやってきたか」出演『ガリレオX』2011 年 8 月 14 日・21 日放映、BS フジ、製作・著作：クック（株）
- 2012 年 3 月 「序」『トコロチャシ跡遺跡オホーツク地点』東京大学大学院人文社会系研究科考古学研究室・常呂実習施設編、東京大学大学院人文社会系研究科、東京

調査報告

- 2010 年 3 月 「はじめに」『化石研究会会誌』特別号第 4 号、1 頁、滋賀（特集「北海道忠類ナウマンゾウ産出地点の際調査報告」）
- 2011 年 3 月 「I. 研究の目的と経過」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設、大学共同利用研究機関法人・人間文化研究機構・総合地球環境学研究所、4-9 頁、北見市（出穂雅実と共著）
- 2011 年 3 月 「VI. 総括：環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用の変遷史」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設、大学共同利用研究機関法人・人間文化研究機構・総合地球環境学研究所、225-232 頁、北見市（出穂雅実と共著）
- 2011 年 3 月 「第 2 章 マラヤガバニ遺跡発掘調査成果の概要報告」『東北アジアにおける定着的食料採集社会の形成および変容過程の研究』東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設、19-45 頁、北見市（福田正宏・Shevkomud・大貫静夫・熊木俊朗・内田和典・森先一貴・國木田大・高橋健・Gorshkov・Kositsyna・Bochkareva・Konopatskii と共著）
- 2012 年 10 月 「I. 調査の目的と概要」『黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容』[東京大学常呂実習施設研究報告第 10 集、平成 21～25 年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(A) 研究成果中間報告書]東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設、4-9 頁、北見市
- 2012 年 10 月 「A. 調査研究の意義」『黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容』[東京大学常呂実習施設研究報告第 10 集、平成 21～25 年度日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究(A) 研究成果中間報告書]東京大学大学院人文社会系研究科附属北海文化研究常呂実習施設、27-28 頁、北見市（出穂雅実と共著）
- 2013 年 12 月 Annual activities of the Japanese Archaeological Association. *Japanese Journal of Archaeology*, 1: 84-85.

学会発表等

- 2009 年 5 月 31 日（日） 第 75 回日本考古学協会総会にて研究発表 [於早稲田大学]「教科書改訂への提言 旧石器時代 - 小学校 6 学年 社会科（歴史）教科書を考える -」同『研究発表要旨 120-121 頁』

- 2009 年 7 月 5 日（日） 特別展『北海道象化石展』講演会『巨象たちがいた頃の日本列島の環境と人々』にて講演 [於北海道開拓記念館] 「旧石器時代の陥し穴猟」
- 2009 年 9 月 14 日（月）-18 日（金） International Symposium “*Environment Development of East Asia in Pleistocene-Holocene (Boundaries, Factors, Satges of Human Mastering)*” [Russia: Vladivostok] にて研究発表 “The process of Jomonization: correlation between prehistoric human cultures and environmental change in Pleistocene-Holocene transition in Japan” (出穂雅実・森先一貴と共同発表、ポスターセッション) 同予稿集 208-210 頁
- 2009 年 10 月 17 日（土）-18 日（日） 日本考古学協会 2009 年度山形大会・シンポジウムⅡ『東北縄文社会と生態系史 - 押出遺跡をめぐる縄文前期研究の新たな枠組み -』にて研究発表 [於東北芸術工科大学] 「民族考古学からみた縄文文化の構造変動 - 狩猟採集民の定住行動 -」 (誌上発表) 同『資料集』311-315 頁
- 2009 年 10 月 21 日（水） International Symposium on *Paleoanthropology in Commemoration of the 80th Anniversary of the Discovery of the First Skull of Peking Man and the First Conference on Quaternary Research of Asia* [中国・北京、古脊椎動物与古人類研究所] にて研究発表 “Interim report on the excavation of the Yoshii-zawa site in Hokkaido, northern Japan.” (出穂雅実・山田哲と共同発表) 同予稿集 148 頁
- 2009 年 10 月 31 日（土） 古代オリエント博物館『世界の土器の始まりと造形展』関連シンポジウム「世界の土器の始まりについて」にて研究報告 [於池袋・サンシャインシティ文化会館] 「東アジアの土器の始まり - ロシア極東を中心に -」
- 2009 年 11 月 21 日（土） 国際シンポジウム『部族社会の形成 - シリア、ユーフラテス河中流域の総合研究 -』にて研究発表 [於池袋・サンシャインシティ文化会館] (オーガナイザー・座長) “Social complexity and organization in Paleolithic of Eurasia”
- 2009 年 11 月 28 日（土） 総合地球環境学研究所プロジェクト研究『日本列島における人間 — 自然相互関係の歴史的・文化的検討』全体研究集会にて研究発表およびポスター発表 [於総合地球環境学研究所] 「2009 年度サハリン・沿海州班成果報告」 (口頭、出穂雅実と共同発表)
“The process of Jomonization: correlation between prehistoric human cultures and environmental change in Pleistocene-Holocene transition in Japan” (出穂雅実・森先一貴と共同発表、ポスターセッション)
- 2009 年 12 月 5 日（土） 第 35 回九州旧石器文化研究会鹿児島大会にて基調講演 [於指宿市考古博物館] 「東アジアにおける前期旧石器時代から後期旧石器時代開始期までの研究の現状 - 東アジア世界の成立と展開 -」 『九州旧石器』13 号、1-7 頁
- 2009 年 12 月 5 日（土） Indo-Pacific Prehistory Association, 19th Conference [ベトナム社会科学院考古研究所、ハノイ] “Tephrochronology and human activities of Late Pleistocene in Kyushu Island, Japan” (出穂雅実、早田勉と共同発表)
- 2010 年 2 月 4 日（木） 特定領域『セム系部族社会の形成』第 6 回シンポジウムにて研究発表 [於池袋・あうるすぽっと] 「西アジア旧石器時代の行動進化と定住化プロセスの関係」
- 2010 年 2 月 20 日（土） 東京都埋蔵文化財センター文化財講演会にて講演 [於東京都埋蔵文化財センター] 「民族考古学とムラ - 縄文時代の狩猟・生業・舟・建物を考える -」
- 2010 年 3 月 12 日（金） University of Sydney にて招待講演 [於 University of Sydney] “Recent advances of prehistoric archaeology in Japan.” (菊池徹夫・高橋龍三郎と共同講演)

- 2010年3月13日（土） 第11回北アジア調査研究報告会にて研究発表[於石川県立歴史博物館]「2009年度クニャーゼ・ヴォルコンスコエ1遺跡の調査について」（大貫静夫・福田正宏・I. Shevkomud・熊木俊朗・内田和典・森先一貴・國木田大・今井千恵・S. Kosityna・M. Gorshkov・E. Bochkareva と共同発表）同要旨集 21-24 頁
- 2010年3月22日（月） Japanese-Russian Joint Research Project “*Cultural Adaptation in the Forest Areas in the Russian Far East*” The First International Workshop [於国立民族学博物館]にて研究発表 “Ethnoarchaeological research of the hunter-gatherer cultures in Russian Far East and its relationship with Jomon culture”
- 2010年5月14日（金） International Field Conference and Workshop on Tephrochronology, Volcanism and Human Activity [於鹿児島県霧島市国分庁舎多目的ホール]にて研究発表 “Human adaptation to the environmental change caused by the gigantic AT eruption (28-30 ka) of the Ito Caldera in South Kyushu, Japan” (早田 勉・出穂雅実と共同発表)
- 2010年5月23日（日） 第76回日本考古学協会総会にて研究発表[於国士舘大学]「コンドン文化の理解に向けて - クニャーゼ・ヴォルコンスコエ1遺跡の調査から -」（大貫静夫・福田正宏・I. Shevkomud・熊木俊朗・内田和典・森先一貴・國木田大・今井千穂・S. Kosityna・M. Gorshkov・E. Bochkareva と共同発表）同発表要旨 18-19 頁
- 2010年5月29日（土） 化石研究会にて研究発表[於日本歯科大学新潟生命歯学部]「北海道忠類ナウマンゾウ産出地点の再調査報告」（高橋啓一・出穂雅実と共同発表）
- 2010年6月6日（日） シンポジウム「日本列島における酸素同位体ステージ3の古環境と現代人的行動の起源」にて研究発表[於浅間縄文ミュージアム]「日本列島における後期旧石器時代の陥し穴猟 -OIS3 後半の自然環境と生業・居住を考える -」同予稿集 26-27 頁
- 2010年6月27日（日） 日本文化財科学会第27回大会にて研究発表[於関西大学]「ロシア・アムール流域における過去一万年間の文化編年」同予稿集 276-277 頁（國木田大・吉田邦夫・辻誠一郎・I. Shevkomud・大貫静夫・熊木俊朗・福田正宏・内田和典・森先一貴・Konopatskii と共同発表）
- 2010年9月1日（水） *The World of Mammoths: Vth International Conference on Mammoths and Their Relatives from the Pliocene to Present-day: Biotopes, Evolution and Human Impact.* [於 Le Puy-en-Velay, French] “AMS14C chronologies of terrestrial mammalian megafauna in the late Late Pleistocene on the Japanese Archipelago” 同予稿集 *Quaternaire Hors-série*, 3, pp. 165-166. (岩瀬彬・橋詰潤・出穂雅実・高橋啓一と共同発表)
- 2010年9月21日（火） International Symposium “*The Initial Human Habitation of the Continental and the Insular Parts of the Northeast Asia*” [於サハリン総合大学・ロシア]にて研究発表（座長）“Upper paleolithic technological organization response to landscape changes in northern Japan” (森先一貴・出穂雅実と共同発表)
- 2010年10月11日（月）～13日（水） The 3rd Asian Paleolithic Association International Symposium, “*Diversity of the Asian Paleolithic Culture: Recent Progress and New Trends.*” [於国立公州大学校・韓国] “Late Pleistocene megafaunal extinction on the Japanese Island” 同予稿集 76 頁（ポスター・セッション、出穂雅実・岩瀬彬・橋詰潤と共同発表）
- 2010年12月18日（土） 第24回東北日本の旧石器文化を語る会にて基調講演[於秋田市文化会館]「東北日本の後期旧石器時代前半期の編年研究」同予稿集 3-10 頁

- 2010 年 12 月 19 日（日） 第 24 回東北日本の旧石器文化を語る会にて研究発表 [於秋田市文化会館]
「北海道北見市吉井沢遺跡」（役重みゆき・熊木俊朗・國木田大・尾田識好・林和広・
夏木大吾・高屋敷飛鳥・高鹿哲大・山田哲と共同発表）同予稿集 73-80 頁
- 2011 年 1 月 23 日（日） 石器文化研究会シンポジウム「ナイフ形石器・ナイフ形石器文化とは何か -
概念・実態を問い直す -」にてパネラーとしてバネルディスカッションに参加（実行
委員）[於明治大学] 「ナイフ形石器・ナイフ形石器文化を問い直す 2- あらたな地平
を目指して -」
- 2011 年 2 月 5 日（土）（財）岩手県文化振興事業団埋蔵文化財センター 平成 22 年度埋蔵文化財公
開講座にて講演 [於岩手県民会館] 「狩猟文化の歴史とその意味 - 先史時代の狩猟と
極東の狩猟文化 -」
- 2011 年 2 月 19 日（土） 科学研究費 基盤研究 A 「ロシア極東森林地帯における文化の環境適応」
研究集会にて研究発表 [於山形県上ノ山] 「2010 年度クル川流域踏査報告 - ハニーハ
ウスを中心として -」
- 2011 年 3 月 6 日（日） 第 12 回北アジア調査研究報告会にて研究発表予定 [於札幌学院大学] 「ロシ
ア沿海地方の旧石器時代石器群と ”玄武岩ガラス” : グヴォズデヴォ 5 遺跡発掘調査
および沿海地方南部玄武岩質台地の地質巡検報告」発表要旨 p.39-42(出穂雅実・森先
一貴・山田哲・和田恵治・向井正幸・A. ポポフ・V. ポポフ・B. ラジンと共同発表)
「アムール河口域の考古学的調査 (2010 年度)」（福田正宏・I. Shevkomud・熊木俊朗・
國木田大・森先一貴・大貫静夫・吉田邦夫・内田和典・S. Kositsyna・M. Gorshkov・E.
Bochkaryova と共同発表）発表要旨 p.28-31
- 2011 年 3 月 11 日（金） ロシア連邦国立北東大学にて招待講演 [於マガダン市] “Recent advances of
Paleolithic archaeology in Japan”
- 2011 年 6 月 20 日（月） 科学研究費基盤研究 (C) 「日本列島におけるヒト出現期の人間 - 環境系復元」
（研究代表者：高橋啓一）研究成果発表会にて研究発表 [於首都大学東京] 「旧石器時
代の生業戦略と資源」
- 2011 年 7 月 8 日（金） International Symposium “Characteristic features of the Middle to Upper Paleo-
lithic transition in Eurasia: development of culture and evolution of Homo species” [於
アルタイ・デニソワ・キャンプ] にて研究発表 （オーガナイザー・座長）“Archaic
hominins in East and Southeast Asia: comments on the hypothetical wide distribution of
“Denisovans”（海部陽介と共同発表）発表要旨 p.116-123
- 2011 年 7 月 16 日（土） 日本人類学会遺伝分科会にて基調講演 [於東京大学理学部] 「旧石器考古学
から見た日本列島の文化形成」
- 2011 年 8 月 16 日（火） The 16th Internatinal Symposium: *SUYANGGAE and Her Neighbours in Nihe-
wan* [Yangyuan county, Hebei Province, China] にて研究発表 “Original characteristics of
modern human behavior on Japanese early Early Upper Paleolithic: edge-ground axe, cir-
cular settlement and trap pit hunting” 発表要旨 p.63
- 2011 年 9 月 4 日（日） 黒竜江大学国際ワークショップにて研究発表 [於ハルビン市] 「民族考古学
から見た極東ロシアの狩猟採集文化」
- 2011 年 10 月 2 日（日） 第 26 回北方民族文化国際シンポジウム『環境変化と先住民の生業文化 —
陸域生態系における適応 —』にて研究発表 [於北海道網走市、オホーツク・文化交
流センター] 「環日本海北部地域における後期旧石器時代の環境変動と先史狩猟採集

民の生業適応」

- 2011 年 11 月 5 日（土） International Workshop ”*Interantional Works on the Japanese Obsidian: Nagano Workshop in 2011*” にて研究発表（オーガナイザー・座長）“Chemical composition and microstructure of obsidians from Hokkaido souce area: with specialreference to geological and petrological data for Shirataki obsidian lava complex, Hokkaido, Japan.”（和田恵治・佐野恭平・向井正幸・出穂雅実と共同発表）
“Reconstructing hunter-gather obsidian procurement strategy: a case study from the late Upper Paleolithic site of Kamihoronai-Moi, Hokkaido (Japan)”（出穂雅実・中澤祐一・赤井文人・山田哲・和田恵治・向井正幸と共同発表）
- 2011 年 11 月 30 日（水） Dual Symposia: Symposium on *the Emergence and Diversity of Modern Human Behavior in Paleolithic Asia and the 4th Annual Meeting of the Asian Paleolithic Association* [於国立科学博物館] にて研究発表（オーガナイザー・座長 [APA・MHB]）“Trap pit hunting in Late Pleistocene Japan” 予稿集 p.42
- 2012 年 2 月 12 日（日） 第 13 回北アジア調査研究報告会にて研究発表 [於東京大学] 「東部極東平底土器の形成過程について - コンドン 1 遺跡の調査から -」（大貫静夫・I. シェフカムート・福田正宏・熊木俊朗・國木田大・尾田識好・大澤正吾・夏木大吾・内田和典・M. ゴルシュコフ・S. コシツィナ・E. ボチカレバ・森先一貴と共同発表）
「北海道北見市吉井沢遺跡の第 6 次発掘調査報告」（夏木大吾・山田哲・國木田第・役重みゆき・尾田識好・富樫孝志・高屋敷飛鳥・中村雄紀と共同発表）
- 2012 年 3 月 1 日（木） 科学研究費基盤研究 (C) 「日本列島におけるヒト出現期の人間 - 環境系復元」（研究代表者：高橋啓一）研究成果発表会にて研究発表 [於首都大学東京] 「上部旧石器時代における白頭山周辺地域と北海道」（出穂雅実と共同発表）
- 2012 年 5 月 27 日（日） 日本考古学協会第 78 回総会にて研究発表 [於立正大学] 「アムール下流域コンドン 1 遺跡の調査 - 更新世 / 完新世移行期の石器群 -」 予稿集 p.74-75.(Shevkomud・大貫静夫・森先一貴・福田正宏・熊木俊朗・國木田大・Koshityna・Gorshkov・Bochkareva・尾田識好・夏木大吾・大澤正吾・内田和典・Mochanov と共同発表）
- 2012 年 6 月 6 日（水） The 5th World Conference of the Society for East Asian Archaeology にて基調講演 [於九州大学西新プラザ] “Recent Advances of Paleolithic Archaeology in Japan” 予稿集 p.3
- 2012 年 6 月 9 日（土） 石器文化研究会総会にて記念講演 [於明治大学博物館] 「環日本海北部地域における後期旧石器時代の環境変動と生業適応」
- 2012 年 7 月 8 日（日） The 5th Annual Meeting of the Asian Paleolithic Association and the Interantional Symposium “*Suyanggae and her Neighbors in Anciant Time*” [於クラスノヤルスク国立大学、ロシア] にて研究発表 “Intrasite variability of Oshorokko microblade industry in Yoshiizawa site in Hokkaido, northern Japan”（山田哲・出穂雅実と共同発表）
- 2012 年 8 月 25 日（土） 第 20 回「環オホーツク海文化のつどい」にて研究報告（於紋別市文化会館）「環日本海北部地域の旧石器文化」
- 2012 年 10 月 6 日（土） 第 116 回（平成 24 年度秋期）東京大学公開講座にて講演（於東大安田講堂）「先史時代の物流ネットワーク」
- 2012 年 10 月 12 日（金） 明治大学博物館公開講座にて講演 [於明治大学博物館] 「ユーラシア東部における後期旧石器時代の成立」

- 2012 年 10 月 28 日（土） Interantional Symposium “*Lithic Raw Material Exploitation and Circulation in Prehistory: a Comparative Perspective in Diverse Paleoenvironment*” にて研究発表 [於 明治大学] “Obsidian exploitation and circulation in Late Pleistocene Hokkaido” (役重みゆきと共同発表) 予稿集 p. 41-44
- 2013 年 2 月 10 日（日） 第 14 回北アジア調査研究報告会にて研究発表 [於石川県立博物館] 「黒竜江省赫哲族の民族考古学的調査」予稿集 p.41-44
- 2013 年 3 月 6 日（水） 国際シンポジウム「ロシア極東森林地帯における文化の環境適応」 [学術振興会科学研究費基盤研究 (A) (海外学術調査) (研究代表者：佐々木史郎) 研究成果報告会] にて研究発表 [於ロシア科学アカデミー極東支部考古学・民族学研究所、ウラジオストク] 「赫哲の居住と生業 - 街津口と四排集落を中心に -」
- 2013 年 4 月 4 日（木） Symposium in The Society for American Archaeology, 78th annual meeting 'lithic technological organization and paleoenvironmental change' にて研究発表 [Hawaii convention center, Honolulu, Hawaii] “Human responses to the environmental change of the Pleistocene- Holocene transition in the Japanese Archipelago” (Morisaki, K., M. Izuho, H. Sato)
- 2013 年 4 月 21 日（日） International Symposium “*Paleolithic of Iran*” [文科省科学研究費新学術領域研究「現代文明の基層としての古代西アジア文明」 にて研究発表 [於筑波大学文京校舎] “Paleolithic of Siberia and its surrounding regions: Middle and Upper Paleolithic”
- 2013 年 5 月 26 日（日） 日本考古学協会第 79 回総会にて報告 (東日本大震災特別委員会セッション「東日本大震災と埋蔵文化財 - レスキュー・復興調査 -」) [於駒沢大学] 「趣旨説明・特別委員会報告」研究発表要旨 p.134-135
- 2013 年 6 月 27 日（木） International Symposium “*Commemoration of the 90th Anniversary of the Discovery of Shuidonggou, and the 6th Annual Meeting of Asian Paleolithic Association, and the 18th Symposium of Suyanggae and Her Neighbors*” にて研究発表 [於銀川・中国] “Lithic technological and human behavioral diversity before and during Late Glacial: A Japanese case study” (森先一貴と共同発表、座長) 同予稿集 p.65
- 2013 年 8 月 23 日（金） International Symposium “*Stories Written in Stones*”, International Symposium on Chert and other Knappable Materials にて研究発表 [於ルーマニア国 Iasi 市 Alexandru Ioan Cuza University of Iasi] “Shirataki obsidian exploitation and circulation in prehistoric Northern Japan” (役重みゆきと共同発表、座長) 同予稿集 95 頁
“Geological and geochemical study in Shirataki obsidian lava complex, Northern Hokkaido, Japan” (佐野恭平・和田恵治・出穂雅実・向井正幸と共同発表、座長)
- 2013 年 9 月 14 日（土）～ 15 日（日） 公開シンポジウム「日本列島における細石刃石器群の起源」 にて研究発表 [於浅間縄文ミュージアム] 「稜柱系細石刃石器群の生成プロセスの展望：荒川台型細石刃石器群を中心として」 同予稿集 10-13 頁
- 2013 年 11 月 4 日（月） 日本人類学会公開講演会にて講演 [於つくば市国際会議場] 「日本列島にきた人たち - 考古学的観点から -」 同予稿集 20-27 頁
- 2013 年 11 月 17 日（日） 第 30 回中・四国旧石器文化談話会 30 周年記念シンポジウム「石器石材と旧石器社会」 にて研究発表 [於岡山大学] 「関東地方における石器石材利用の時期別動向と地域性」 同予稿集 147-157 頁
- 2013 年 12 月 23 日（月） International Workshop in Sakhalin 2013 “*Study on adaptive strategy and inter-*

action scenarios of the human communication in the island world of the prehistoric North-East Asia”にて Keynote Speech[於サハリン国立大学博物館]“Recent advances of the Japanese Paleolithic archaeology”

2014 年 2 月 1 日 第 27 回東北日本の旧石器文化を語る会にて研究発表 [於北海道大学] 「北海道北見市吉井沢遺跡 2013 年度発掘調査」(山田哲・佐藤宏之・國木田大・役重みゆき・夏木大吾・高鹿哲大・尾田識好) 同予稿集 2-15 頁

2014 年 2 月 16 日 (日) 科学研究費補助金 基盤 A(海外学術) 『環日本海北回廊の考古学的研究』研究集会「環日本海北回廊における完新世初頭の様相解明」にて研究発表 [於東京大学総合研究博物館] 「石刃鏃石器群の多様性と共通性」同予稿集 119-124 頁

2014 年 3 月 1 日 第 15 回北アジア調査研究報告会にて研究発表 [於札幌学院大学] 「北海道北見市吉井沢遺跡の発掘調査」(佐藤宏之・山田哲・夏木大吾・役重みゆき・尾田識好・高鹿哲大) 同予稿集 17-20 頁

「2013 年度スラブナヤ 5 遺跡発掘調査報告」(夏木大吾・ワシリフスキー ,A.・大貫静夫・佐藤宏之・グリシェンコ ,V.・福田正宏・熊木俊朗・國木田大・バシェンツェフ ,P・モジャエフ ,A.・森先一貴・ペレグドフ ,A・役重みゆき・高鹿哲大・ルシカ ,G.) 同予稿集 9-12 頁

「北海道湧別市川遺跡の発掘調査」(福田正宏・佐藤宏之・國木田大・役重みゆき・夏木大吾・垣内彰吾・久我谷溪太・西村広経・高鹿哲大・熊木俊朗・辻誠一郎・森先一貴) 同予稿集 21-24 頁

出穂雅実

著書・編著・論文等

- 出穂雅実・B. ツォグトバートル・山岡拓也・林和広・A. エンフトウ 2009「モンゴル東部、ハンザット 1 旧石器遺跡の第 1 次調査報告」『日本モンゴル学会紀要』39、63-76 頁
- Izuho, M., Nakazawa, Y., and Akai, F., Soda, T., and Oda, H. 2009. Geoarchaeological investigations at the Upper Paleolithic Site of Kamihoronai-Moi, Hokkaido (Japan). *Geoarchaeology*, 24: 492-518.
- 岩瀬 彬・橋詰 潤・出穂雅実 2010「日本列島の後期更新世後半における陸生哺乳動物相研究の現状と課題」『論集忍路子』III、89-121 頁
- Izuho, M., Tsogtbaatar, B., Yamaoka, T., Hayashi, K., and Enkhtur, A. 2010. Preliminary report of geoarchaeological investigation at Khanzat-1, eastern Mongolia Edited by Jan Bemmman, Hermann Parzinger, Ernst Pohl, Damdinsuren Tseveendorzh. *Current Archaeological Research in Mongolia*. Bonn Contributions to Asian Archaeology, Vol.4. University of Bonn. Germany. pp.32-45.
- Izuho, M., and Hirose, W. 2010. A Review of Archaeological Obsidian Studies on Hokkaido Island (Japan). *Crossing the Straits: Prehistoric Obsidian Source Exploitation in the Pacific Rim*. BAR International Series, 2152. Oxford, UK, pp.9-25.
- Sato, H., Izuho, M., and Morisaki, K. 2011. Human Cultures and Environmental Changes in the Pleistocene/Holocene Transition in the Japanese Archipelago. *Quaternary International*, 237:93-120.
- Nakazawa, Y., Iwase, A., Akai, F., and Izuho, M. 2011. Human responses to the Younger Dryas in Japan. *Quaternary International*, 242:416-433.
- ソロヴィエフ, A.V. (出穂雅実・クラムスコイ, A. 訳) 2011「サハリンのマンモスゾウ」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学常呂実習施設研究報告第 8 集、東京大学大学院人文社会系研究科・総合地球環境学研究所、東京、70-74 頁
- 岩瀬彬・橋詰潤・出穂雅実・高橋啓一・佐藤宏之 2011「日本列島における後期更新世後半の陸生大型哺乳動物の絶滅年代」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学常呂実習施設研究報告第 8 集、東京大学大学院人文社会系研究科・総合地球環境学研究所、東京、36-55 頁
- 早田勉・出穂雅実・八木浩司・伴雅雄 2011「大雪御鉢平テフラ (Ds-Oh) の分布に関する新資料とその意義」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学常呂実習施設研究報告第 8 集、東京大学大学院人文社会系研究科・総合地球環境学研究所、東京、75-86 頁
- 佐藤宏之・出穂雅実 2011「総括：環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用の変遷史」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学常呂実習施設研究報告第 8 集、東京大学大学院人文社会系研究科・総合地球環境学研究所、東京、225-232 頁
- 佐藤宏之・出穂雅実 2011「研究の目的と経過」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学常呂実習施設研究報告第 8 集、東京大学大学院人文社会系研究科・総合地球環境学研究所、東京、4-9 頁
- 岩瀬彬・出穂雅実・高橋啓一 2011「後期更新世の動物相関連文献 (1)」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学常呂実習施設研究報告第 8

- 集、東京大学大学院人文社会系研究科・総合地球環境学研究所、東京、56-69 頁
- 出穂雅実・小田寛貴 2011「年代測定結果報告」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学常呂実習施設研究報告第 8 集、東京大学大学院人文社会系研究科・総合地球環境学研究所、東京、87-88 頁
- 出穂雅実・森先一貴・尾田識好・佐藤宏之 2011「秋田 10 遺跡の調査研究の意義と遺跡の概要」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学常呂実習施設研究報告第 8 集、東京大学大学院人文社会系研究科・総合地球環境学研究所、東京、89-92 頁
- 出穂雅実・高倉純・中沢祐一・山田哲・山岡拓也・鶴丸俊明・森先一貴・尾田識好・役重みゆき 2011「秋田 10 遺跡の試掘調査」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学常呂実習施設研究報告第 8 集、東京大学大学院人文社会系研究科・総合地球環境学研究所、東京、93-97 頁
- 出穂雅実・森先一貴・尾田識好・役重みゆき・佐藤宏之 2011「秋田 10 遺跡の表面採集資料」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学常呂実習施設研究報告第 8 集、東京大学大学院人文社会系研究科・総合地球環境学研究所、東京、98-121 頁
- 濱口皓・長沼正樹・出穂雅実・高倉純・赤井文人 2011「北海道上川郡下川町北町高瀬遺跡の再検討」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学常呂実習施設研究報告第 8 集、東京大学大学院人文社会系研究科・総合地球環境学研究所、東京、146-192 頁
- 森先一貴・佐藤宏之・出穂雅実・山田哲 2011「ロシア沿海州ハサン地区グヴォズデヴォ 5 遺跡の調査研究」『環日本海北部地域における後期更新世の環境変動と人間の相互作用に関する総合的研究』東京大学常呂実習施設研究報告第 8 集、東京大学大学院人文社会系研究科・総合地球環境学研究所、東京、219-224 頁
- 佐藤宏之・山田哲・出穂雅実 2011「旧石器時代の狩猟と動物資源」『野と原の環境史』、シリーズ人間と自然がつくってきた日本列島第 2 巻、文一総合出版、51-71 頁
- 出穂雅実・佐藤宏之 2011「コラム 1 マンモスはなぜ絶滅したか」『野と原の環境史』、シリーズ人間と自然がつくってきた日本列島第 2 巻、文一総合出版、77-79 頁
- Buvit, I., Terry, K., Izuho, M., and Hamaguchi, K. 2012. Recent Excavations at the Shimaki Paleolithic Site, Hokkaido, Japan. *Current Research in the Pleistocene*, 28: 1-3.
- Iwase, A., Hashizume, J., Izuho, M., Takahashi, K., and Sato, H. 2012. The Timing of Megafaunal Extinction in the late Late Pleistocene on the Japanese Archipelago. *Quaternary International*, 255:114-124.
- Ono, A., and Izuho, M., (eds.) 2012. *Environmental Changes and Human Occupation in North and East Asia during OIS 3 and OIS 2*. British Archaeological Report International Series, 2352. Archaeopress, Oxford.
- Попов, А., Изухо, М., Лазин, Б., Ямада, С., Морисаки, К., и Сато, Х. 2012. Археологические Исследования на Памятнике Гвоздево-5 в Южном Приморье. *Дальневосточно- Сибирские Древности*. Новосибирск.
- Takahashi, K., and Izuho, M. 2012. Formative History of Terrestrial Fauna of the Japanese Islands during the Plio-Pleistocene. In Ono, A. and Izuho, M. (eds) *Environmental Changes and Human Occupation in North and East Asia during OIS 3 and OIS 2*. British Archaeological Report International Series 2352.

Oxford.

Izuho, M., Akai, F., Nakazawa, Y., and Iwase, A. 2012. The Upper Paleolithic of Hokkaido: Current Evidence and Its Geochronological Framework. In Ono, A. and Izuho, M. (eds) *Environmental Changes and Human Occupation in North and East Asia during OIS 3 and OIS 2*. British Archaeological Report International Series 2352. Oxford.

出穂雅実・佐藤宏之 2012「第Ⅲ節 北海道常呂郡置戸町雄勝嘉藤 2 遺跡—北海道における後期旧石器時代成立過程の研究—」『黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容』、東京大学常呂実習施設研究報告第 10 集

マイケル・R・ウォータース（松田順一郎・出穂雅実・高倉純・別所秀高・中沢祐一共訳）2012『ジオアーケオロジー：地学にもとづく考古学』朝倉書店

出穂 雅実・國木田 大・尾田 識好・山原 敏朗・北沢 実 2013「北海道十勝平野の後期旧石器時代遺跡の地質編年：新たな AMS 放射性炭素年代の追加とその意義」『旧石器研究』9、137-147 頁

Kuzmin, Y. V., Glascock, M. D., Izuho, M. 2013. The Geochemistry of the Major Sources of Archaeological Obsidian on Hokkaido Island (Japan): Shirataki and Oketo. *Archaeometry*, 55: 355–369.

Izuho, M. 2013. Human Technological and Behavioral Adaptation to Landscape Changes around the Last Glacial Maximum in Japan: A Focus on Hokkaido. In K. E. Graf, C. V. Ketron, and M. R. Waters (eds.) *Paleoamerican Odyssey*. pp. 45-64. Texas A&M University Press.

出穂雅実 2014「ザバイカルの上部旧石器時代における住居址と狩猟採集民の居住行動に関するノート」『石器文化研究』第 19 号、111-119 頁

堀恭介・岩瀬彬・出穂雅実・Terry, Karisa・Buvit, Ian・尾田識好・林和広・平澤悠・中沢祐一・役重みゆき 2014「北海道河東郡上士幌町嶋木遺跡における 2013 年度発掘調査の概要報告」『第 27 回東北日本の旧石器文化を語る会予稿集』76-81 頁

出穂雅実・森先一貴 2014「北東アジアの石刃鑢石器群における体系的黒曜石研究の適用：現状と課題」大貫静夫・福田正宏（編）『環日本海北回廊における完新世初頭の様相解明：「石刃鑢文化」に関する新たな調査研究』17-24 頁

Izuho, M., Ferguson, J. R., Glascock, M. D., Oda, N, Akai, F, Nakazawa, Y., and Sato, H. 2014 (In Press) Integration of obsidian compositional studies and lithic reduction sequence analysis at the Upper Paleolithic site of Ogachi-Kato 2, Hokkaido, Japan. In A. Ono, Y. Suda, and M. D. Glascock (eds.) *Methodological Issues of Obsidian Provenance Studies and the Standardization of Geologic Obsidian*. British Archaeological Report, International Series, Oxford.

Ferguson, J., Glascock, M., Izuho, M., Mukai, M., Wada, K., and Sato, H. 2014 (In Press) Multi-Method Characterization of Obsidian Source Compositional Groups on Hokkaido Island (Japan). In A. Ono, Y. Suda, and M. D. Glascock (eds.) *Methodological Issues of Obsidian Provenance Studies and the Standardization of Geologic Obsidian*. British Archaeological Report, International Series, Oxford.

学会・シンポジウム発表、講演等

Sato, H., Izuho, M., and Yamada, S. 2009. Interim Report on the Excavations of the Yoshii-zawa Site in Hokkaido, Northern Japan. International Symposium on *Paleoanthropology in Commemoration of the 80th Anniversary of the Discovery of the First Skull of Peking Man and the First Asian Conference on Quaternary Research*. Beijing, p.148.

Kuzmin, Y. and Izuho, M. 2009. Studies of Prehistoric Obsidian Sources in Northeast Asia: Recent Progress,

- Problems, and Research Trends. Session B9, 19th Indo-Pacific Prehistory Association Congress, Hanoi, Vietnam.
- Sato, H., Izuho, M., and Soda, T. 2009. Tephrochronolgy and human activities of Late Pleistocene in Kyushu Island, Japan. *Indo-Pacific Prehistory Association, 19th Conference*. Hanoi.
- 出穂雅実 2009 「旧石器時代の人々とマンモスゾウとの関わり」『北海道開拓記念館講演会・巨象たちがいた頃の北海道』（道民カレッジ・ほっかいどう学2）
- Soda, T., Sato, H. and Izuho, M. 2010. Human adaptation to the environmental change caused by the gigantic AT eruption (28-30ka) of the Ito Caldera in South Kyushu, Japan. *International Field Conference and Workshop on Tephrochronology, Volcanism and Human Activity*, Kagoshima.
- 高橋啓一・出穂雅実・佐藤宏之・地球研列島プロジェクト 2010 「サハリン・沿海州班」「北海道忠類ナウマンゾウ産出地点の再調査報告」化石研究会第28回総会・学術大会新潟県、日本歯科大学新潟生命歯学部
- Iwase, A., Hashizume, J., Izuho, M., Takahashi, K., and Sato, H. 2010 AMS 14C Chronologies of Terrestrial Mammalian Megafauna in the Late Pleistocene on the Japanese Archipelago. The Vth International Conference on mammoths and their relatives, France. pp.165-166.
- Izuho, M., Oda, H., Buvit, I., Konstantinov, M.V., and Vasil'ev, S. G. 2010. New AMS 14C Ages for Upper Paleolithic Sites in Southwestern Transbaikal (Russia). *Ancient Cultures in Mongolia and Siberian Baikal*. Ulan-Ude.
- Morisaki, K., Izuho, M., and Sato, H. 2010. Upper Paleolithic Technological Organizations response to landscape changes in Northern Japan. The Initial Human Habitation of the Continental and the Insular Parts of the North East Asia. Proceedings of the International Symposium, Yujino-Sakhalinsk.
- Sato, H., Izuho, M., Iwase, A., and Hashizume, J. 2010. Late Pleistocene Megafaunal Extinction on the Japanese Islands. *The 3rd Asian Paleolithic Association International Symposium*, Konju, Korea. p76.
- 出穂雅実 2010 「中・高緯度地域における環境変遷とそれに伴う狩猟採集民適応行動の変化」『第24回東北日本の旧石器文化を語る会発表予稿集』12-18頁
- 出穂雅実 2010 「氷河期における人類の生活と嶋木遺跡」上士幌町文化記念講演会、上士幌町.
- Terry, K., Izuho, M., Buvit, I., and Hamaguchi, K. 2011. Preliminary Report of the 2011 Shimaki Site Investigations. Proceedings of the 12th Annual Meeting of the Research Association of the North Asia. Sapporo, Japan, pp.4-7.
- 出穂雅実・山田哲・森先一貴・和田恵治・向井正幸・A. ポポフ・V. ポポフ・B. ラジン・佐藤宏之 2011 「ロシア沿海地方の旧石器時代石器群と“玄武岩ガラス”：グヴォズデヴォ5遺跡発掘調査および沿海地方南部玄武岩台地の地質巡検報告」第12回北アジア調査研究報告会要旨集、札幌、39-42頁
- Izuho, M (Orgnizer) 2012. *Upper Paleolithic Geochronology around the LGM in Northeast Asia*. INQUA International Workshop, Tokyo.
- Terry, K., Izuho, M. and Buvit, I. 2012. Current Investigation at the Shimaki Site: An LGM Occupation in Hokkaido, Japan. *The 77th annual meeting of the Society of American Arcaheology*, Memphis.
- Izuho, M., Buvit, I., and Terry, K. 2012. Introduction: Current Research on the LGM Prehistory in Northeast Asia. INQUA International Workshop "Upper Paleolithic Geochronology around the LGM in Northeast Asia", Tokyo.
- Izuho, M. 2012. Geochronology of Upper Paleolithic Sites on Hokkaido. INQUA International Workshop "Upper Paleolithic Geochronology around the LGM in Northeast Asia", Tokyo.

- 出穂雅実 2013（主催）『講演マイケル・R・ウォータース：アメリカ大陸最古の人類を追い求めて』、首都大学東京、東京
- Morisaki, K., Izuho, M., and Sato, H. 2013. Human Reactions to the Environmental Change of the Pleistocene-Holocene Transition in the Japanese Archipelago. Symposium: Lithic Technological Organization and Paleoenvironmental Change. *Society for American Archaeology 78th Annual Meeting*, Honolulu, Hawaii.
- Izuho, M., Oda, H., Buvit, I., Konstantinov, M. V., Vasil'ev, S. G. 2013. New AMS 14C Ages for the Upper Paleolithic Site of Tolbaga in Southwestern Transbaikal (Russia). Symposium: Before Beringia: Archaeological Evidence and Late Pleistocene Population Dynamic in Central and Northeast Asia. *Society for American Archaeology 78th Annual Meeting*, Honolulu, Hawaii.
- Buvit, I. and Izuho, M. 2013. Late Quaternary Stratigraphy of the Shimaki Paleolithic Site. Symposium: Pacific Island Geoarchaeology. *Society for American Archaeology 78th Annual Meeting*, Honolulu, Hawaii.
- Hayashi, K., Izuho, M., Buvit, I., Terry, K., Kamei, T. 2013. Fabric Analysis of Lithic Artifacts at the Shimaki Site, Hokkaido, Japan. Symposium: Pacific Island Geoarchaeology. *Society for American Archaeology 78th Annual Meeting*, Honolulu, Hawaii.
- Izuho, M. (Discussant) 2013. Symposium: Pacific Island Geoarchaeology. *Society for American Archaeology 78th Annual Meeting*, Honolulu, Hawaii.
- Nakazawa, Y., Iwase, A., Izuho, M., Yamahara, T. and Kitazawa, M. 2013. An Evaluation of Site Occupation Intensity: Hearth-Centered Spatial Organization at the Upper Paleolithic Open-Air Site of Kawanishi C, Hokkaido, Japan. *Society for American Archaeology 78th Annual Meeting*, Poster Session, Honolulu, Hawaii.
- Ferguson, J. and Izuho, M. 2013. Japanese Obsidian: Past Use, Current Research, and Future Studies. Symposium: Obsidian Characterization in the Pacific Ring of Fire. *Society for American Archaeology 78th Annual Meeting*, Honolulu, Hawaii.
- 中沢祐一・岩瀬 彬・出穂雅実 2013「属性分析による二次加工部の形態変異の把握：北海道 LGM 石器群の分析から」2013 年度日本旧石器学会シンポジウムポスターセッション、東海大学湘南キャンパス
- Izuho, M., Ferguson, J. R., Glascock, M. D., Oda, N., Akai, F., Nakazawa, Y., and Sato, H. 2013. Integration of Obsidian Compositional Studies and Lithic Reduction Sequence Analysis at the Upper Paleolithic Site of Ogachi-Kato 2, Hokkaido, Japan. *6th Annual Meeting of Asian Paleolithic Association*, Yinchuan, Ningxia, China.
- Buvit, I., Terry, K., and Izuho, M. 2013. Nomads of the Archipelago: Paleolithic Japan and the Pleistocene Peopling of the Americas. *Paleoamerican Odyssey Conference*, Poster Session for Greater Beringia, Santa Fe, New Mexico.
- Izuho, M. (Organizer) 2013. International Workshop “Changes in Behavioral and Technological Adaptation around the LGM in Eurasia (2nd LGM workshop in Tokyo)”. Tokyo.
- Izuho, M. 2013 Introduction. International Workshop “Changes in Behavioral and Technological Adaptation around the LGM in Eurasia (2nd LGM workshop in Tokyo)”. Tokyo.
- Hayashi, K., Nakazawa, Y., and Izuho, M. 2013. On the Spatial Patterns of Artifact Scatters at the LGM Site of Kashiwadai 1, Hokkaido. International Workshop “Changes in Behavioral and Technological Adaptation around the LGM in Eurasia (2nd LGM workshop in Tokyo)”. Tokyo.

- Terry, K., Izuho, M., and Oda, N. 2013. Changes in Hunter-Gatherer Mobility Strategy around LGM in Southern Paleo-SHK Peninsula: Integration of Obsidian Sourcing and Lithic Macroscopic Approaches. In: International Workshop “*Changes in Behavioral and Technological Adaptation around the LGM in Eurasia* (2nd LGM workshop in Tokyo)”. Tokyo.
- Izuho, M. 2013. “Human Technological and Behavioral Changes in Upper Paleolithic on Hokkaido (Japan)”. International Symposium: *Drevnie Kul'turui Mongolii I Baikal'skoi Sibiri. Zabaikal'skii Gosdarstvennuii Universitet*, Chita, Zabaikarskii Krai, Russia.
- Izuho, M. 2013. “Human Technological and Behavioral Adaptation to Landscape Changes Before, During, and After the Last Glacial Maximum in Japan”. *Paleoamerican Odyssey Conference*, Santa Fe, New Mexico.
- Izuho, M. 2013. “Human Technological and Behavioral Adaptation to Landscape Changes around the Last Glacial Maximum on Hokkaido (Japan)”. Department of Archaeology and Art History Colloquium, Seoul National University, Seoul, Korea.
- Izuho, M. 2013. “Recent Progress and Future Directions in Archaeological obsidian Study on Hokkaido (Japan)”. Annual Meeting of Korean Paleolithic Research Association, Wongju, Korea.
- 堀恭介・岩瀬彬・出穂雅実・Terry, Karisa・Buvit, Ian・尾田識好・林和広・平澤悠・中沢祐一・役重みゆき 2013 「北海道河東郡上士幌町嶋木遺跡における 2013 年度発掘調査の概要報告」『第 27 回東北日本の旧石器文化を語る会予稿集』76-81 頁
- 出穂雅実 2013 「ザバイカルの上部旧石器時代における住居址と狩猟採集民の居住行動に関するノート」第 17 回石器文化研究交流会かながわ大会、石器文化研究会・第 17 回石器文化研究交流会かながわ大会実行委員会、横浜県立博物館

新聞掲載、ラジオ・テレビ出演等

出穂雅実 2011 「現生人類なぜ生き残った」読売新聞朝刊 20 面（2011 年 6 月 1 日）

和田恵二

論文

- 中谷良弘・和田恵治 2010「後期旧石器時代，旭川市共栄7遺跡の剥片石器とその石材原産地」『北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告』44、7-16 頁
- 和田恵治 2011「白滝ジオパークの黒曜石 - 白滝黒曜石流紋岩溶岩群の地質解説 -」『北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告』45、21-35 頁
- 和田恵治・佐野恭平・水田一彦・向井正幸 2011「上土別遺跡出土黒曜石石器の EPMA による原産地推定」『士別市博物館報告』28、1-13 頁
- 和田恵治・佐野恭平 2011「白滝黒曜石の化学組成と微細組織 - 原産地推定のための地質・岩石資料 -」『旧石器研究』7、57-73 頁
- 佐藤鋭一・和田恵治 2012「大雪火山群，御鉢平カルデラ形成期における珪長質マグマ溜まりの進化過程」『火山』57、177-197 頁
- Wada, K., Mukai, M., Sano, K., Izuho, M., and Sato, H. 2013 (in press) Chemical composition of obsidians in Hokkaido Island, northern Japan: The importance of geological and petrological data for source studies. BAR International Series, Archaeopress Publisher.
- Ferguson, J. R., Glascock, M. D., Izuho, M., Mukai, M., Wada, K. and Sato H. 2013(in press) Multi-method characterization of obsidian source compositional groups on Hokkaido Island (Japan). BAR International Series, Archaeopress Publisher.

著書・報告書等

- 出穂雅実・山田哲・森先一貴・和田恵治・向井正幸・A. ポポフ・V. ポポフ・B. ラジン・佐藤宏之 2011「ロシア沿海地方の旧石器時代石器群と“玄武岩ガラス”：グヴォズデヴォ 5 遺跡発掘調査および沿海地方南部玄武岩台地の地質巡検報告」『第 12 回北アジア調査研究報告会要旨集』39-42 頁
- 和田恵治 2011「遠軽町「白滝ジオパーク」を訪ねて～日本一の黒曜石産地にみる地球と人とのつながり～」『北の交差点』28、36-39 頁
- 和田恵治 2012「黒曜石から知る火山の噴火と噴出物」『解説実験書「新しい北海道の理科」地学教材指導編・実験観察編』111-114 頁
- Wada, K. 2013. Learning about the eruption process through pumice and obsidian. Effective Instruction of experiments and observations. pp.96-97., (Project of Science, Hokkaido University of Education).

学会発表

- 和田恵治・菊地智子・松村愉文 2009「白滝産黒曜石の地質学的形成過程と岩石組成スタンダード」『日本文化財科学会第 26 回大会』名古屋大学
- Wada, K. 2009. Petrologic model of Shirataki obsidian, northern Hokkaido, Japan; its structure, composition and the origin. *Geological Society of America Annual Meeting*. Portland, USA.
- 和田恵治・加藤孝幸・木村英明・堀嶋英俊・熊谷誠 2010「白滝黒曜石ジオパークをめざして」『日本地球惑星科学連合 2010 年大会』千葉、幕張メッセ国際会議場
- 和田恵治・佐野恭平 2010「白滝黒曜石の化学組成と微細組織」『日本文化財科学会第 27 回大会』関西大学
- 和田恵治・向井正幸・佐野恭平・水田一彦 2010「EPMA による黒曜石石器の原産地推定 - 北海道・

- 上土別遺跡の例 -」『日本文化財科学会第 27 回大会』関西大学
- 和田恵治・佐野恭平 2010「北海道，白滝黒曜石流紋岩溶岩群のマグマ活動（その 1）- 溶岩の内部構造と黒曜石の岩石組織・化学組成 -」『日本火山学会 2010 年度秋季大会』京都大学
- 佐野恭平・和田恵治・佐藤鋭一 2010「北海道，白滝黒曜石流紋岩溶岩群のマグマ活動（その 2）- マグマ温度と噴出時の粘性係数，溶岩流流動過程 -」『日本火山学会 2010 年度秋季大会』京都大学
- 佐野恭平・和田恵治・佐藤鋭一 2011「微細組織からみる白滝・十勝石沢黒曜石溶岩の定置プロセス」『日本地球惑星連合 2011 年大会』千葉、幕張メッセ国際会議場
- 和田恵治・V.Popov・向井正幸・出穂雅実・A.Popov・佐野恭平 2011「苦鉄質黒曜石の産状と岩石微細組織：ロシア極東プリモリエ地域の玄武岩台地における火山活動の特質」『日本地球惑星連合 2011 年大会』千葉、幕張メッセ国際会議場
- 米島真由子・加藤孝幸・岡孝雄・和田恵治・熊谷誠 2011「白滝ジオパークの見どころとコース別案内書作成の試み」『日本地球惑星連合 2011 年大会』千葉、幕張メッセ国際会議場
- 和田恵治・鹿野貴広・佐野恭平・向井正幸 2011「北海道北東部における黒曜石産地群の地質学的形成場と黒曜石化学組成」『日本文化財科学会第 28 回大会』筑波大学
- Wada,K., Sano,K. and Sato,E. 2011. Cooling history and formation process of obsidian lava from the Shirataki obsidian-rhyolite lava complex, northern Hokkaido, Japan. *IUGG2011* (Melbourne, Australia, Convention Center).
- 和田恵治・佐藤鋭一・佐野恭平・向井正幸 2011「七輪を使った黒曜石発泡実験 — 黒曜石火山学習教室の実践 —」『日本火山学会 2011 年度秋季大会』旭川市クリスタルホール
- 佐野恭平・和田恵治・佐藤鋭一・瀬戸雄介 2011「微細組織観察から推定される白滝十勝石沢黒曜石溶岩の噴出過程」『日本火山学会 2011 年度秋季大会』旭川市クリスタルホール
- 佐野恭平・和田恵治・佐藤鋭一 2012「北海道白滝，十勝石沢黒曜石溶岩のマグマ上昇と内部構造形成過程」『日本地球惑星連合 2012 年大会』千葉、幕張メッセ国際会議場
- 和田恵治・佐野恭平・長部伸城・鹿野貴広・向井正幸 2012「原産地推定のための北海道産黒曜石の地質及び岩石資料」『日本文化財科学会第 29 回大会』京都大学
- 和田恵治・佐藤鋭一 2012「北海道教育大学理科プロジェクト「地学解説実験書」～七輪を使った黒曜石発泡実験の紹介～」『日本地学教育学会 2012 年度全国大会』岩手大学
- 佐野恭平・寅丸敦志・和田恵治 2012「北海道白滝，十勝石沢黒曜石溶岩に見られる結晶質組織(spherulite, lithophysae) の解析 ～珪長質溶岩噴出過程の解明に向けて～」『日本火山学会 2012 年度秋季大会』長野県御代田町エコーラ御代田
- 和田恵治・梁瀬邦之・堀嶋英俊・松村愉文 2013「白滝ジオパークの教育活動 — 黒曜石火山学習教室の実践 —」『日本地球惑星連合 2013 年大会』千葉、幕張メッセ国際会議場、MIS32-P03.
- 佐野恭平・寅丸敦志・和田恵治 2013「組織解析から見る北海道白滝，十勝石沢黒曜石溶岩のマグマ上昇過程」『日本地球惑星連合 2013 年大会』千葉、幕張メッセ国際会議場、SVC53-01.
- Sano,K., Toramaru,A. and Wada,K. 2013. Textural analysis of obsidian lava flow in Shirataki, Northern Hokkaido, Japan. *IAGG2013 Scientific Assembly*, Kagoshima, Japan. 1A2 2H-O4, 577.
- 和田恵治 2013「地学教育におけるジオパークの活用～白滝ジオパークでの事例～」『日本地学教育学会 2013 年度全国大会』大阪教育大学

研究集会発表・講演

- 和田恵治 2009「新しい白滝黒曜石の姿：世界的地質文化遺産としてのジオパーク」地学団体研究会

北海道支部総会、札幌市道民活動センターかでる 2・7

和田恵治 2009「EPMA による黒曜石の化学組成分析と産地同定：黒曜石の地質学的及び岩石学的研究」
黒曜石科研集会、東京都東大法文 1 号館

和田恵治・佐野恭平・菊地智子 2010「白滝黒曜石を形成したマグマ活動」日本地質学会北海道支部総会・
個人講演、北海道大学

和田恵治 2010「白滝黒曜石をつくったマグマ活動：白滝黒曜石の地質・岩石遺産」旭川地方気象台
講演会、旭川市

和田恵治 2010「白滝黒曜石原産地を形成した流紋岩マグマ活動」、公開シンポジウム『黒曜石が開く
人類社会の交流 II』東京大学

K.Wada,K.Sano,M.Mukai,M.Izuho, and H.Sato 2011. Chemical composition and microstructure of obsid-
ians from Hokkaido source area: with special reference to geological and petrological data for Shirataki
obsidian lava complex, Hokkaido, Japan. *International Works on the Japanese Obsidian: Nagano Work-
shop in 2011*(Meiji University Center for Obsidian and Lithic Studies, Nagawa, Nagano, Japan).

和田恵治 2014「北海道白滝の黒曜石溶岩の内部構造」『火山噴火履歴解明のための露頭データベース
構築法の検討』研究集会、東京大学地震研究所

教育活動・普及講演

和田恵治・佐野恭平・安齋圭亮・来栖祥太・池谷内諒・長谷川彬人 2009～2013「黒曜石実験学習教
室」『白滝黒曜石親子学習会』遠軽町白滝小学校.

和田恵治 2009「白滝黒曜石の魅力」北海道網走管内高校理科学研究会講演、遠軽高校

和田恵治 2009「新しい白滝黒曜石の姿」遠軽町白滝ジオパーク黒曜石探検隊講演会、遠軽町白滝

和田恵治 2010「白滝黒曜石はどのようにしてできたのか？」旭川市博物科学館講演会、旭川市

佐藤鋭一・和田恵治 2011「マグマの中のガスを確かめる！～黒曜石のふしぎ発泡実験～」日本火山
学会公開講座『火山学者と火山をつくろう in 旭川』旭川市クリスタルホール

和田恵治 2011「火山と黒曜石」SPP 滝川高校講演、滝川高校

和田恵治 2011「白滝黒曜石は面白い！すごい！」日本地質学会北海道支部講演会、遠軽町白滝国際
交流センター・コピエ

和田恵治 2012「七輪を使った黒曜石発泡実験：黒曜石火山学習教室の実践」理科若手教員（U4 ネット）
合同研修会講演及び巡検、白滝ジオパーク交流センター

和田恵治 2012「白滝ジオパークの未来：ジオパークを活用した白滝地域の発展」『白滝開基 100 年記
念講演』白滝小学校

和田恵治・堀嶋英俊・松村愉文・熊谷誠・梁瀬邦之 2012「白滝ジオパーク：黒曜石火山学習教室の実践」
第 3 回日本ジオパーク全国大会、室戸市保健福祉センターやすらぎ

和田恵治 2013「白滝の火山活動と黒曜石誕生」、遠軽高校「オホーツク風土研究」講演及び巡検、白
滝ジオパーク交流センター研修室

向井正幸

研究論文

向井正幸 2010「北海道から産出する黒曜石ガラスの化学組成」『旭川市博物科学館研究報告』2、1-34 頁

向井正幸 2011「熊本県球磨郡球磨村大字三ヶ浦地区から産出する黒曜石ガラスの化学組成」『旭川市博物科学館研究報告』3、1-8 頁

向井正幸 2012「ロシア連邦プリモリーエ地方から産出する Mafic Obsidian について」『旭川市博物科学館研究報告』4、1-8 頁

向井正幸 2013「長野県から産出する黒曜石ガラスの化学組成」『旭川市博物科学館研究報告』5、1-16 頁

向井正幸 2014「島根県隠岐の島から産出する黒曜石ガラスの化学組成」『旭川市博物科学館研究報告』6、1-16 頁

普及・教育活動・社会貢献等

2010 年 3 月 22 日

講演会「黒曜石の魅力を語ろう」

2011 年 1 月 16 日

博物館リレー講座「極東ロシアにおける黒曜石について」

2011 年 10 月 2 日～11 月 6 日

第 6 3 回企画展「日本国の黒曜石と火山研究」

2011 年 12 月 13 日

シニア大学「日本国の黒曜石」

2012 年 10 月 12 日

学芸職員部会「ロシア連邦プリモリーエ地方から産出する Mafic Obsidian（苦鉄質黒曜石）について」

2013 年 1 月 19 日

ミュージアムカレッジ旭川文化塾「日本（特に置戸地域）と極東アジア地域（特に極東ロシア）における黒曜石の紹介」

廣瀬 亘

研究論文

Izuho, M. and Hirose, W. 2010. A Review of Archaeological Obsidian Studies on Hokkaido Island (Japan).
In Crossing the Straits: Prehistoric Obsidian Source Exploitation in the North Pacific Rim, pp. 9-25.

山田 哲

研究論文

2011 年 5 月 「産地遺跡形成の経済学」『旧石器研究』7、75-92 頁

2013 年 12 月 「石材資源調達の経済学」『考古学研究』60(3)、56-76

学会発表

Sato H., Izuhō M. and Yamada S. 2009. Interim report on the excavations of the Yoshii-zawa site in Hokkaido, Northern Japan. *Asian Palaeolithic Association International Symposium in Beijing*.

役重みゆき・佐藤宏之・熊木俊朗・國木田大・尾田識好・林和広・夏木大吾・高屋敷飛鳥・高鹿哲大・山田哲 2010 「北海道北見市吉井沢遺跡」『第 24 回 東北日本の旧石器文化を語る会 予稿集』

山田哲・役重みゆき・佐藤宏之・國木田大・尾田識好・富樫孝志・夏木大吾・高屋敷飛鳥・中村雄紀 2011 「北海道北見市吉井沢遺跡第 6 次発掘調査」『第 25 回 東北日本の旧石器文化を語る会 予稿集』

出穂雅実・山田哲・森先一貴・和田恵治・向井正幸・A. ポポフ・V. ポポフ・B. ラジン・佐藤宏之 2011 「ロシア沿海地方の旧石器時代石器群と玄武岩ガラス：グヴォズデヴォ 5 遺跡発掘調査および沿海地方南部玄武岩台地の地質巡検報告」『第 12 回北アジア調査研究報告会要旨集』。

夏木大吾・佐藤宏之・國木田大・尾田識好・役重みゆき・富樫孝志・高屋敷飛鳥・山田哲・中村雄紀 2012 「北海道北見市吉井沢遺跡の発掘調査」『第 13 回 北アジア調査研究報告会 要旨集』

山田哲・佐藤宏之・國木田大・役重みゆき・夏木大吾・高鹿哲大・尾田識好 2014 「北海道北見市吉井沢遺跡 2013 年度発掘調査」『第 27 回 東北日本の旧石器文化を語る会 予稿集』

佐藤宏之・夏木大吾・國木田大・役重みゆき・高鹿哲大・山田哲・尾田識好 2014 「北海道北見市吉井沢遺跡の発掘調査」『第 15 回 北アジア調査研究報告会 要旨集』

安齋正人

単著

- 2010年6月 『日本人とは何か—いま考古学が語れること—』 柏書房
2012年9月 『気候変動の考古学』 同成社

論文

- 2009年2月 「現代人の祖先」『季刊東北学』18、188-217頁
2009年3月 「縄紋社会を考える」『東北地方における環境・生業・技術に関する歴史動態的総合研究：平成20年度研究成果報告』97-103頁、東北芸術工科大学東北文化研究センター
2009年3月 「縄紋社会の退役狩猟者」『研究紀要』8、1-16頁、東北芸術工科大学東北文化研究センター
2009年5月 「“日本人”の祖先」『季刊東北学』19、156-187頁
2010年1月 「縄文社会をめぐる理論研究」『縄文時代の考古学12 研究の行方—何がわからなくて何をすべきか—』84-96頁、同成社
2010年2月 「理論考古学の先へ—Beyond the theoretical archaeology—」『比較考古学の新地平』46-56頁、同成社
2010年3月 「円筒下層式土器期の構造変動」『研究紀要』9、3-19頁、東北芸術工科大学東北文化研究センター
2010年6月 「旧石器時代社会の理論研究」『講座日本の考古学2 旧石器時代（下）』392-415頁、青木書店
2011年2月 「縄紋時代早期論（上）」『研究紀要』10、3-36頁、東北芸術工科大学東北文化研究センター
2012年3月 「縄紋時代早期論（中）」『研究紀要』11、3-29頁、東北芸術工科大学東北文化研究センター
2012年3月 「研究の目的—完新世の寒冷化（ボンド・イベント）と縄紋文化の変化—」『月布川流域における縄文時代遺跡の研究1』1-15頁、東北芸術工科大学考古学研究報告書第12冊
2012年3月 「東北地方における縄紋時代の構造変動」『東北地方における環境・生業・技術に関する歴史動態的総合研究』35-46頁、平成19年度～平成23年度私立大学学術研究高度化推進事業「オープン・リサーチ・センター整備事業」研究報告書、東北芸術工科大学東北文化研究センター
2013年2月 「認知考古学、その課題と展望」『季刊考古学』122、88-91頁
2013年3月 「縄紋時代早期論（下）」『研究紀要』12、3-31頁、東北芸術工科大学東北文化研究センター

講演録

- 2011年3月 「縄紋前期人のたたかい」『うきたむ考古』15、1-30頁
2013年3月 「気候変動と縄文人—飛ノ台貝塚を残した人たち—」『飛ノ台史跡公園博物館紀要』10、25-44頁

鼎談・対談・討論

- 2009 年 5 月 「縄文から弥生移行期の東北の社会と文化―亀ヶ岡式土器と水田稲作のネットワーク―」『季刊東北学』19、6-27 頁（安齋正人・斎野裕彦・藤沼邦彦）
- 2010 年 2 月 「考古学と民俗学の協働にむけて」『季刊東北学』第 22 号、6-21 頁（安齋正人・赤坂憲雄）
- 2010 年 10 月 「東北縄文社会と生態系史―押出遺跡をめぐる縄文前期研究の新たな枠組み―」『山形考古』9(2)、6-25 頁（日本考古学協会 2009 年度山形大会シンポジウムⅡ）
- 2011 年 2 月 「島と河川の東北縄文文化―貝塚・盛土遺構などの調査方法―」『季刊東北学』26、6-20 頁（岡村道雄・安齋正人）

長崎潤一

論文

長崎潤一 2010「白滝第 30 地点遺跡の 1957 年調査資料について」『比較考古学の新地平』12-22 頁、同成社

発表要旨

長崎潤一 2010「赤井川産黒曜石と道央の遺跡」『黒曜石が開く人類社会の交流Ⅱ 公開シンポジウム予稿集』28-30 頁

招聘講演

2013 年 6 月 11 日 「日本旧石器時代の社会と集団 環境・生業・遊動」東京・神奈川・埼玉埋蔵文化財関係財団普及連携事業公開セミナー、相模原市博物館

2012 年 6 月 22 日 「柏台 1 遺跡再考」石器文化研究会総会記念講演、明治大学博物館

2010 年 4 月 「北海道旧石器研究の課題」早稲田大学考古学会総会記念講演

東京大学常呂実習施設研究報告 第12集

**黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における
更新世人類社会の形成と変容（Ⅱ）**

2014年3月30日

編集 佐藤宏之・出穂雅実
発行 東京大学大学院人文社会系研究科
附属北海文化研究常呂実習施設
〒093-0216 北海道北見市常呂町栄浦 384
電話・FAX 0152-54-2387
印刷 株式会社 風雅プランニング
〒970-8032 福島県いわき市平下荒川字久世原 38-206
電話 0246-88-6580
