

平成 21 年 5 月 26 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2008

課題番号：19500866

研究課題名（和文）

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

研究課題名（英文）

The study on movement of the prehistoric human group inferred from the source of obsidian artifacts in the north area

研究代表者 和田 恵治 (WADA KEIJI)

北海道教育大学・教育学部・教授

研究者番号：50167748

研究成果の概要：黒曜石石器の原産地を同定するために、波長分散型電子プローブ分析装置を使って北海道産黒曜石ガラスの標準化学組成を確立した。石器として多産する白滝黒曜石の分布や年代・産状も調べ、原産地が4種類に分かれることを明らかにした。北海道内4地域の遺跡の黒曜石石器割合から、北方圏においては時代や流通ルートに関わらず白滝産が7割以上使われていたこと、さらにオホーツク海沿岸・日本海沿岸・内陸の3つの主要な黒曜石流通ルートがあった可能性を示した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：岩石学，地質学

科研費の分科・細目：文化財科学・文化財科学

キーワード：黒曜石，産地同定，EPMA，流紋岩マグマ，石器，白滝，電子プローブ

1. 研究開始当初の背景

(1) 黒曜石の原産地を特定する方法として、蛍光X線による化学組成分析が行われている。しかし、その多くが黒曜石中の微量成分のみで産地同定がなされている。黒曜石はほとんど緻密で均質な火山ガラスからなり、本研究で使用する波長分散型EPMAは軽元素でも高い精度で微小領域を分析でき、これらの分析においてより大きな威力を発揮できる。

(2) 今までの黒曜石産地同定の結果を受けて、他の考古学的データも合わせ、先史時代の人々における交易や交流の実態を復元することが、木村(1998)、堤(1998)、橋口ほか(1999)、小田(2000)などにより論じられ、大きな考古学的成果を得てきた。しかしながら、北海道においては木村(2005)の白滝遺跡群を中心とした研究成果があるものの、個々の遺跡を見ると、黒曜石の化学分析値および測定試料が少な

いために統計的処理が十分にできないことや、各遺跡年代における統一したデータに欠くことから、時代を追っての黒曜石交換ネットワークの変遷過程を議論することに不確定要素が大きいのが現状である。

(3) 北海道におけるこうした先史時代集団のネットワークを解明する上で、サハリン・シベリアや千島列島・カムチャッカ半島からアリューシャン列島にいたる北方圏全体の先史時代集団の動態を知ることにも重要になる。本研究は、1つの遺跡で精度良く大量に分析できる新たな分析装置 (EPMA) を用い、空間的にも時間的にも黒曜石原産地データを使って北海道を含む北方圏における先史時代の動態を探る新たな研究として位置づけられる。

2. 研究の目的

(1) 波長分散型電子プローブ分析装置 (EPMA) による主成分元素分析によって北海道の遺跡から出土した多数の黒曜石製石器の石材原産地を特定し、黒曜石の移動経路や交換ネットワークの解明、旧石器時代から縄文・続縄文時代までの黒曜石利用の時間変化を追求することを目的とする。北海道においては旧石器時代の遺跡について産地同定に関するいくつかの研究があるものの、サハリンや千島列島など広域な地域を考えると、原産地同定された黒曜石の基礎データはきわめて不十分であり、北海道から北方圏まで広がる先史時代集団の動態については不明な点が数多い。

(2) EPMA はきわめて多数の黒曜石試料を精度良く化学分析することができる利点を有している。これにより同時代における黒曜石の原産地割合の空間的分布を詳細に調べることができる。さらに、旧石器時代から続縄文時代まで年代を経るにしたがい、黒曜石の原産地頻度や利用割合がどのように変化していったのかも多数の分析から明らかにすることができる。このような地理的な分布や歴史的考察を行い、北海道を主とした北方圏における先史時代の人々の交易ネットワークを解明する。

3. 研究の方法

(1) 黒曜石原産地の地質調査及び岩石試料採取：旭川地域、北空知地域、白滝地域、名寄地域、赤井川地域、置戸地域、遠軽地域、雄武地域、生田原地域、奥尻地域、十勝地域、紋別地域、留辺蘂地域、豊浦地域の14地域の地質調査及び岩石採取を行った。とくに白滝地域では、詳細な地質学的調査を行い、地質学的形成過程および溶岩構造をアメリカ・オレゴン州の黒曜石溶岩と比較検討した。

(2) 黒曜石は無斑晶質でガラス質の岩石であるが、微量の斑晶鉱物と石基鉱物が含まれる。また石基には $5\mu\text{m}$ 以下の微細な結晶も含まれる。黒曜石の全岩組成は多量のガラスとこれら少量の鉱物とを合わせたもので、黒曜石を生じたマグマの化学組成 (揮発性成分を除く) を示すものである。全岩化学組成 (主成分/10 元素及び微量成分/18 元素) は、北海道大学理学部地球惑星科学教室の蛍光 X 線分析装置 (PANalytical 社製 Magix PRO) で、1 (粉碎した黒曜石粉末) : 2 (溶融剤 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ と LiBO_2) に希釈したガラスビードを測定して得た。

(3) 黒曜石ガラスの分析は、北海道教育大学旭川校の電子プローブアナライザ (EPMA, JEOL-JXA8600) で、加速電圧 15 kV、電流値 0.8×10^{-8} A、測定領域を径 $10\mu\text{m}$ 平方で行った。測定元素は、Si・Ti・Al・Fe・Mn・Mg・Ca・Na・K・Cl である。分析方法は和田他 (2003) による。

(4) 北海道内の先史時代遺跡の中で、時代が正確に特定され、黒曜石製石器の試料が手に入る遺跡を選択する。これまで上川盆地内遺跡、常呂川河口遺跡、利尻島遺跡を手がけてきたが (和田ほか, 2003; 和田ほか, 2006)、名寄地域の上士別遺跡から多数の黒曜石石器を分析した。サハリンやアリューシャン列島の黒曜石石器は入手できなかった。

4. 研究成果

(1) 北海道における黒曜石の化学組成スタンダードの確立： 黒曜石ガラスの化学組成差が明瞭に表れるダイアグラムとして TiO_2/K_2O 比と CaO/Al_2O_3 比の関係図(図1)を採用した。北海道では14地域で20の組成グループが識別された。1地域で2つの組成グループ(IとII)に分かれるのは、旭川・留辺蘂・十勝・置戸・白滝・生田原である。黒曜石組成グループの値が重なる場合(遠軽と奥尻、赤井川と紋別、滝川と生田原I、旭川Iと留辺蘂I)は、 FeO^*/MgO 比を縦軸にとった図や Na_2O/K_2O 比、 SiO_2 量、Cl 量など他の元素組成を比較することで互いに区別できる。黒曜石ガラスの主成分化学組成がわかれば、その黒曜石が北海道のどの産地(組成グループ)に由来するのかが明確に推定できる。この結果については日本文化財科学会(2007年)で報告した。

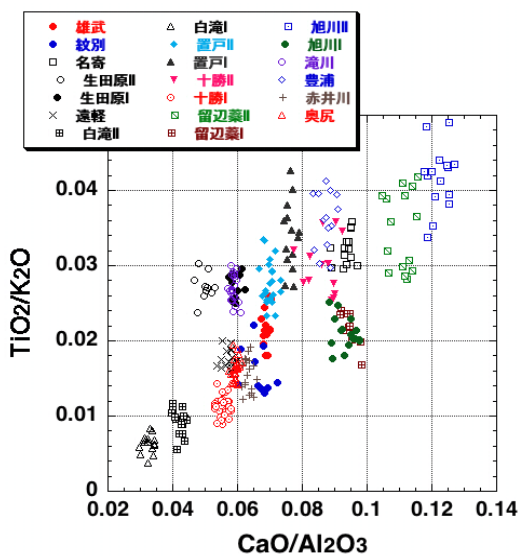


図1 北海道産黒曜石の化学組成

(2) 白滝黒曜石を生じた白滝地域の火山活動史：

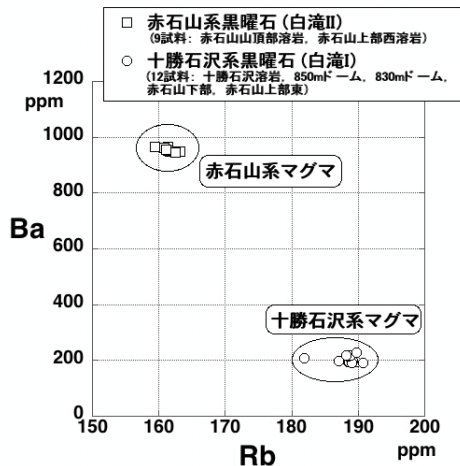
白滝産黒曜石は考古学的な重要性がきわめて大きいですが、白滝産黒曜石の産状や規模・年代、層序学的な位置は不明であった。地質調査及び岩石記載・分析の結果、白滝地域の火山活動史は以下のようにまとめ

られる(下表)。(1) 本地域は鮮新世末期に珪長質マグマが大規模に火砕流として噴出し幌加湧別カルデラを形成した噴出中心であった、(2) カルデラ生成後に大きな時間間隙をおいて、無斑晶質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)を堆積させた、(3) その後溶岩噴火に移行し(220万年前、黒曜石全岩の K-Ar 放射年代; 2.20 ± 0.11 Ma (球瀬沢黒曜石/赤石山上部西溶岩, 赤石山系 B), 2.24 ± 0.05 Ma (十勝石沢黒曜石/十勝石沢溶岩, 十勝石沢系 B)), カルデラ内あるいはカルデラ壁で、黒曜石層を溶岩外皮に含む流紋岩溶岩・ドーム群が形成された。黒曜石を含むこれらの溶岩・ドーム群は、初期に活動した後カルデラ溶岩 I として 1081m 峰溶岩(調査不十分)・830m ドーム・赤石山下部溶岩・850m ドーム・十勝石沢溶岩・赤石山上部東溶岩(あじさいの滝・IK 露頭)、後カルデラ溶岩 II として赤石山上部西溶岩(八号沢・球瀬沢露頭)と赤石山山頂部溶岩からなる。(4) 黒曜石を含む流紋岩溶岩の内部構造をオレゴン州 Newberry 火山で約 1300 年前に噴出した新しい黒曜石溶岩と比較して明らかにした。

ステージ	年代	火山層序	火山噴出物名称	分布地域	岩相	黒曜石組成
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 II	赤石山山頂部溶岩	東アトリエ・西アトリエ・球瀬沢上流	無斑晶質流紋岩マグマ	白滝 II A (赤石山系 A)
		赤石山上部西溶岩	八号沢・球瀬沢	無斑晶質流紋岩マグマ	白滝 II B (赤石山系 B)	
	後カルデラ溶岩 I	赤石山上部東溶岩	あじさいの滝・IK	無斑晶質流紋岩マグマ	白滝 I A (十勝石沢系 A)	
		十勝石沢溶岩 (block and ash flow を伴う)	十勝石沢上流・白土/沢上流	無斑晶質流紋岩マグマ	白滝 I B (十勝石沢系 B)	
		850mドーム	850m峰	無斑晶質流紋岩マグマ	白滝 I B (十勝石沢系 B)	
		赤石山下部溶岩 (block and ash flow を伴う)	赤石山中腹周辺	無斑晶質流紋岩マグマ	白滝 I B (十勝石沢系 B)	
		830mドーム	十勝石沢830m	無斑晶質流紋岩マグマ	白滝 I B (十勝石沢系 B)	
1091m峰溶岩?	北通/沢上流・林班沢上流	無斑晶質流紋岩マグマ	白滝 I B (十勝石沢系 B)?			
2.2 Ma?	後カルデラ火砕堆積物	火山灰層(一部は湖成堆積物)・火砕流・降下軽石・火砕サージ	幌加湧別層	無斑晶質流紋岩マグマ		
ステージ I カルデラ形成期	>3 Ma?	幌加湧別カルデラ	大規模火砕流堆積物	カルデラの周囲(北東方~南東方)	珪晶(斜長石・斜方輝石+普通輝石+石英)に富むデイサイト・マグマ?	

(3) 白滝産黒曜石石材の地質学的及び岩石学的特性：

①黒曜石の全岩組成： 黒曜石 21 試料を全岩分析した結果、主成分においても微量成分においても、白滝黒曜石は2つの組成グループ（白滝 I/十勝石沢系と白滝 II/赤



石山系と呼称する)に明瞭に分かれる(例として Ba-Rb 図を示す)。十勝石沢系の流紋岩マグマが複数の地点から噴出し、それに続いて赤石山系の流紋岩マグマが最後に噴出し、溶岩・ドーム群を生成したと考えられる。

②黒曜石のガラス組成： 白滝黒曜石は $TiO_2/K_2O-CaO/Al_2O_3$ 図 (図 1) で、十勝石沢系 (両者の比が低い) と赤石山系 (比が高い) とに明瞭に区分される。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あり、個々の溶岩と対応する (図 3)。ここで、赤石山山頂部溶岩の黒曜石ガラスを赤石山系 A、赤石山上部西溶岩のそれを赤石山系 B、赤石山上部東溶岩のそれを十勝石沢系 A、830m ドーム・赤石山下部溶岩・850m ドーム・十勝石沢溶岩のそれを十勝石沢系 B と呼称する。

遺跡出土黒曜石石器の EPMA 分析による産地同定において、白滝産は TiO_2 や CaO が最も乏しいことで識別され (十勝石沢系か赤石山系)、さらに FeO* と CaO 量から、組成の重なりに注意する必要があるが、どの溶岩グループに由来したものか、同定できることになる。

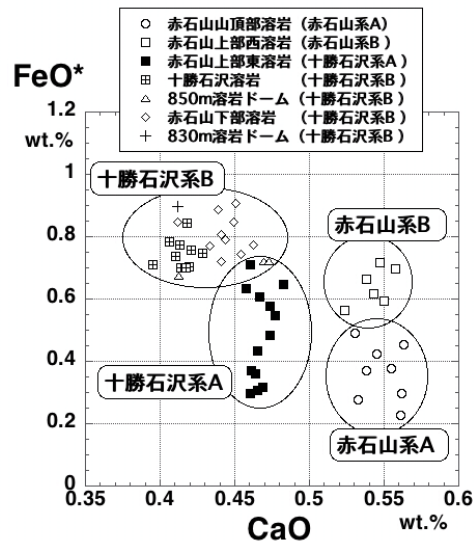


図 3 黒曜石ガラスの化学組成 (FeO*-CaO 図)

(4) 北海道内遺跡出土黒曜石の原産地特定：

旭川市内 8 遺跡 (旧石器時代 ~ 縄文時代)、常呂川河口遺跡 (縄文・縄文時代)、上士別遺跡 (縄文時代)、利尻富士役場遺跡 (縄文時代) の黒曜石石器を EPMA によって元素組成分析し、原産地同定を行った (石器個数 339 点)。白滝産の 4 グループの黒曜石が旧石器時代からすでに開発され使われていたことがわかった。

旭川市内 8 遺跡から出土した黒曜石石器の分析結果、旧石器時代には白滝・置戸・十勝産黒曜石が使われていたこと、縄文時代前半期からは地元の旭川産 (原産地は不明) を自然採取していたこと、縄文時代後半期には白滝産の使用割合がさらに増加したことがわかった (図 4)。

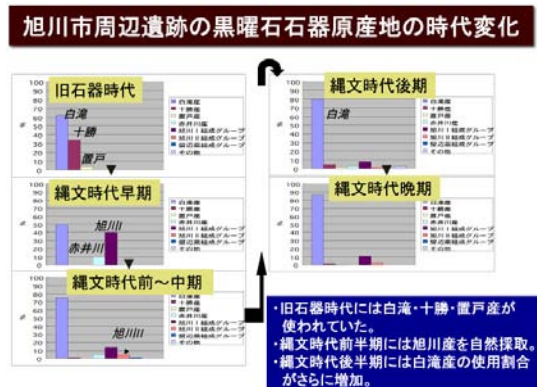


図 4 旭川市内遺跡の黒曜石石器原産地の時代変化割合

上士別遺跡（縄文時代前期）のような内陸地においても地元の名寄産黒曜石よりも圧倒的に白滝産のものが使われていた。白滝産について細かく見ると、十勝石沢系 A が 31%，赤石山系 B が 27%，赤石山系 A が 25%，十勝石沢系 B が 17% の使用割合であった（下図）。梨肌状の十勝石沢系 B の使用割合が低いことは石器作りに黒曜石の材質が選択的に選ばれていた可能性を示すものかもしれない。

上士別遺跡では、十勝産に較べると、置戸産の割合が低いことも特徴である。置戸産は北方圏では、白滝産に次いで流通しているが、ここでは約 2% に留まる。置戸産は、オホーツク海沿岸の常呂川河口遺跡では縄文時代では 20% と多く、利尻島役場遺跡（続縄文時代）においても 21% と多く、オホーツク海沿いに黒曜石が渡っていったことが推定される。



上士別遺跡では旧石器時代から縄文時代前期にかけては、十勝産が内陸ルートを通して流通したと推定できる。大雪山系を越えていかねばならないが、大雪山白雲岳で遺跡が見つかったことを考えると、内陸の峠越えを先史時代人は成し遂げていたことが推測される。その後白滝産とともに天塩川の水路を使って黒曜石の移動がなされていた可能性を示す。

今後さらに多数の遺跡から黒曜石石器を分析してより細かい流通・移動機構を解明する計画である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 2 件)

① 和田恵治, 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, 2009 年 7 月 11 日, 名古屋大学 (発表予定)

② 和田恵治, 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, 2007 年 6 月 2 日, 奈良教育大学

[その他]

日本及び世界ジオパーク指定を目指す遠軽町の白滝黒曜石遺跡ジオパーク推進協議会に協力し、本研究成果について講演や支援活動を行っている。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

和田 恵治 (WADA KEIJI)

北海道教育大学・教育学部・教授

研究者番号：50167748

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし