北海道・東北地方を原産地とする黒曜石の定量・定性分析

－黒曜石製遺物の原産地推定に関わる研究－

金成　太郎[1)]・杉原　重夫[2)]・長井　雅史[1)]・柴田　徹[1)]

●キーワード：黒曜石製遺物（obsidian artifact），蛍光X線分析（X-ray fluorescence analysis；XRF），
定量分析（quantitative analysis），定性分析（qualitative analysis），
黒曜石原産地推定（identification of obsidian sources），
北海道・東北地方（Hokkaido and Tohoku district）

1．はじめに

黒曜石[1)]は，鋭利な刃が作りやすく，加工も容易なため石器石材に適しており，石器時代では重要な素材であったと考えられる。そのため遺跡に残された黒曜石の来歴は，人類活動を知る上で非常に重要な役割を担っていると考えられるので，黒曜石製遺物を分析し，原産地を推定することは，石器時代における「人」と「物」の交流（交易）を解明する上で欠かせない要素である。

蛍光X線分析装置を用いた黒曜石製遺物の原産地推定においては，前処理による遺物の破壊を避けるため，試料にX線を直接照射した定性・半定量化学組成分析が多く行われている（藁科・東村 1988；大沢 1991；望月 1997 など）。しかし，X線強度が試料の表面状態・分析時期・装置ごとに変化するため，必ずしも正確な分析値である保証はない。したがって，遺物についてはやむを得ないとしても，元素組成比で原産地を推定するには，少なくとも原産地試料の定量分析値を提示しておく必要がある。

よって本報告では，原産地推定に先立ち，北海道・東北地方の黒曜石産出地で採集した原石試料の定量分析を行い，定性分析結果と比較した。更に，関東・中部地方で確立されている蛍光X線分析装置を用いた原産地推定法を北海道・東北地方に導入した。また，偏光顕微鏡を用いた黒曜石プレパラートの観察が，定性分析では明確な識別が困難な原産地を推定する際に有効であることを示した。

2．黒曜石原産地の名称と地理的な位置づけ

北海道・東北地方の黒曜石原産地（図1）の選定にあたっては，日本の黒曜石産出地データベース（杉原・小林 2004，2006）を使用し，この中から，既存の文献・資料を参考にして現地調査を行い，石器石材に利用可能と思われる黒曜石の産出地を選択した。

黒曜石原産地（obsidian source）の判別にあたっては，各産出地を火山体，島嶼，河川流域，岩石区等の地形・地質的条件によって枠組みを行い，これを「地区；area」と名づけ，現在，黒曜石を産出する地点（露頭・散布地など）を「原石産出地（単に産出地とよぶ）；district」とした。今回の原産地推定に使用した「系；series」は，「地区」内の「産出地」のうち，蛍光X線分析の結果に地形・地質情報を参考にして判別された地理的に隣接する「産出地」群である。また，それぞれの「系」内の黒曜石産出地については，火道や貫入岩の位

[1)] 明治大学文化財研究施設　〒101－8301 東京都千代田区神田駿河台 1-1
[2)] 明治大学文学部地理学研究室　〒101－8301 東京都千代田区神田駿河台 1-1

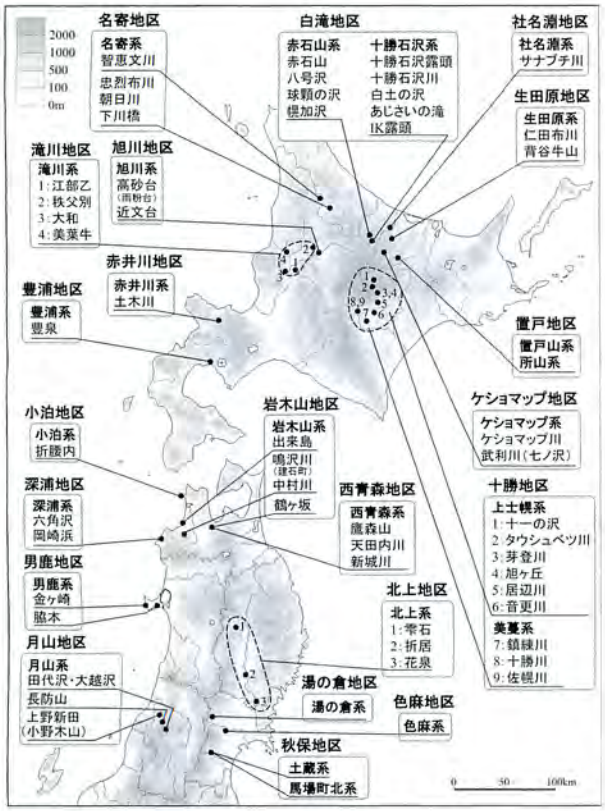

図1　北海道・東北地方の黒曜石原産地
Fig. 1　The obsidian sources in the Hokkaido and Tohoku district

置，噴出物の産状や分布状態，黒曜石の岩石学的特徴（含有する斑晶鉱物，球顆の有無，色調，透明度など）についても検討を行い，この原産地設定が火山地質学的に有意義であることを確認している。ただし，同一の「系」内の産出地でも，複数の判別域が存在する場合や，異なる「系」同士で判別が困難な例も存在する。同一「系」内の地域において岩石学的に有意に元素比が異なる原石が混在して産出する場合は，「A，B，C…」の様に区分する。黒曜石産出地には，噴出源に近い一次産出地のほか，河川や海流によって遠方に運ばれた二次産出地があり，ここでの判別域は，必ずしも考古学的原産地（石器時代における採取地）を示すのではないことは言うまでもない。

2.1　北海道地方

「名寄（なよろ）地区」：名寄盆地周辺の智恵文（ちえぶん）丘陵や忠烈布（ちゅうれっぷ）丘陵では，丘陵地を構成する第三紀中新世の陸成堆積物（川西層：北海道立地下資源調査所 1994）中から洗い出された黒曜石が，河床礫として産出する（吉谷ほか 1999a；向井ほか 2000）。黒曜石円礫の表面は不透明で灰黒色をなし，特徴的な爪痕状の溝や虫食い状の窪みが認められる。黒曜石の産出量が多いのは，忠烈布丘陵を刻む忠烈布川上流や朝日川の河床であり，智恵文丘陵における黒曜石の産出は少ない。

「白滝地区」：白滝地区は，日本における最大級の黒曜石産出地である（木村 1995；北海道埋蔵文化財センター 1998；向井ほか 2000；杉原 2003）。この地域については，古くからカルデラ[2]の存在が指摘されており（国府谷ほか 1964），黒曜石はカルデラ内に形成された溶岩ドームから噴出したものと考えられる。このうち赤石山（標高 1,147m）では，ビュートまたはメサ状の地形の山頂部に厚さ約 50m の黒曜石溶岩が認められる。ここから産出するのは数 cm～数 mm 大の球顆を含む黒色黒曜石，球顆をまったく含まない漆黒色の黒曜石，真紅の流れ模様をもつ黒曜石，赤褐色部分がブロック状に入る黒曜石など岩相は多様である（鈴木 2007；直江 2009 の赤石山系）。八号沢の露頭では，赤石山の黒曜石溶岩の基底部付近が露出している。

また，赤石山南方約 3 km でメサ状の地形として残る標高 872m の山頂部にも厚さ 5 m 前後の黒曜石質溶岩が認められ，この山体を刻む十勝石沢露頭や白土の沢からは多量の黒曜石岩塊が周辺の河谷に供給されている。十勝石沢川（通称でんぷん沢）沿いで見られる黒曜石礫は，すべてこの山頂部からの転石である。ここから産出する黒曜石は梨肌状とよばれるザラザラした割れ面に特徴がある（鈴木 2007；直江 2009 の梨肌系）。梨肌状の黒曜石は，このほか赤石山南西側の流紋沢川付近の林道でも転石として認められるが，供給源は不明である。

さらに，あじさいの滝，IK 露頭[3]の黒曜石原産地は，赤石山東麓の標高 800～850m 付近に位置しており，肉眼観察結果では赤石山山頂の漆黒色の黒曜石と酷似するが，後述の通り蛍光 X 線分析では十勝石沢露頭や白土の沢の黒曜石と同じ化学組成を示す（鈴木 2007；直江 2009 のあじさい滝系）。

幌加沢，幌加蜂の巣沢（あじさいの滝下流），幌加湧別川では，上記の黒曜石が河床礫として混在して産出する。これらのほかに，幌加湧別川支流の野宿の沢やカルデラ内で黒曜石溶岩の下位に広く分布する第三紀鮮新世の火砕流堆積物（国府谷ほか 1964 の幌加湧別溶結凝灰

岩の一部）からも黒曜石を産出するが，詳しい調査は行われていない。白滝地区の黒曜石は湧別川沿いの河岸段丘や現河床にも多く認められ，約 60km 離れた湧別川河口のオホーツク海の海底からも発見されている（赤松ほか 1996）。

「社名淵地区」：遠軽市街地北方で湧別川に合流するサナブチ川では，社名淵付近において，河床から黒曜石の小円礫が採取できる（向井・和田 2003；向井 2003）。これらの黒曜石はサナブチ川上流域の社名淵層（八幡ほか 1988）の礫岩層中に含まれていたものが，洗い出されたと考えられる。また，サナブチ川と上モベツ川の分水界領域には第三紀中新世の藻別層（八幡ほか 1988）と呼ばれる流紋岩溶岩が広く分布し，ここから黒曜石や真珠岩（パーライト）が産出する。上モベツ川沿いには黒曜石岩脈の露頭があり，ここから崖錐堆積物として供給された黒曜石が上モベツ川沿いに河床礫として分布する（旭川市博物館 2003）。ただし，この露頭や河床で採取されるのは脆く崩れ易い松脂岩（ピッチストーン）である。これらの地域には，ほかにも多数の貫入岩があり，黒曜石の産出も知られているが詳細は不明である。また，湧別川でも社名淵付近の丘陵地から供給されたと考えられる黒曜石が認められる。なお，黒曜石の割れ面はプラスチックのような樹脂状光沢があり独特である。

「生田原地区」：生田原では背谷牛山（標高 624m）の南東麓及び，周辺を流れる仁田布川沿いで黒曜石が採取できる（向井ほか 2004）。この地域では背谷牛山溶岩（安山岩）の下位に中新世の流紋岩（生田原層：山田ほか 1963；野地ほか 1967）が分布しており，この中から産出すると考えられる。

「置戸地区」：置戸町の置戸山（標高 550m）と所山（標高 580m）の 2 ヶ所では，第三紀鮮新世における流紋岩質溶岩の噴出に伴い黒曜石を産出する（鈴木 1964；沢村・秦 1965；向井ほか 2002；旭川市博物館 2003）。これらの山塊はいずれも独立した溶岩ドームないし溶岩流の地形（またはその名残）と考えられるが，地表面は崖錐堆積物やロームに覆われていて，露頭における岩体の確認はできていない。置戸山の黒曜石は南西麓の林道沿いの崖錐堆積物や北麓沿いの訓子府川で認められるだけである。一方，所山の黒曜石は，山頂付近や林道沿いの崖錐堆積物中に直径 50cm 大から拳大の岩塊や角礫として分布する。これらの黒曜石は，墓地の沢川やオンネアンズ川が合流する常呂川沿いに北見市内まで河床礫として認められる（杉原ほか 2009）。

「ケショマップ地区」：遠軽町丸瀬布と北見市留辺蘂町にまたがる華勝真布山（標高 1,162m）では，山麓部分を構成する凝灰角礫岩層（トムイルベシベ層：酒匂ほか 1964）から黒曜石の角礫を産出し，分布地域周囲の沢に多くの転石として認められる。これらの黒曜石は，河床礫として丸瀬布方面では七ノ沢から武利川へ，留辺蘂方面ではケショマップ川から無加川へと運ばれていている（旭川市博物館 2003）。

「旭川・滝川地区」：旭川市の高砂台（雨粉台），近文台および滝川市江部乙町や，周辺の秩父別町中山，新十津川町大和，北竜町美葉牛の盆地周辺では低い丘陵や段丘を構成する砂礫層（鮮新世の旭川層下部）中から黒曜石の円礫～亜円礫を産出する（鈴木 1955；向井 1999；向井・和田 2001）。噴出源から石狩川水系によって運ばれてきたと考えられるが，その噴出地点は不明である。これらの黒曜石は表面が風化して灰色に変質していて，不均質に溶蝕された虫食い状の溝がある。黒曜石には漆黒色で破断面が透き通ったものや灰色で斑晶が認められるものなども存在する。

「十勝地区」：十勝平野では，丘陵地や台地を構成する堆積物（段丘礫層）中や現河床に広範囲にわたり黒曜石が産出する（大場・松下 1965；佐々木 1979；松澤ほか 1981；旭川市博物館 2003；向井・和田 2004；吉谷 2004）。その供給源の 1 つとして音更川水系最上流部の十勝三股付近が指摘されている（吉谷ほか 1999b）。十勝三股付近の十一の沢（旧十三の沢）やタウシュベツ川沿いでは，人頭大から直径 10cm 前後の亜角礫～円礫の黒曜石が多量に産出し，いずれも河床礫や崖錐堆積物中の転石である。吉谷ほか（1999b）により糠平湖上流部で軽石流堆積物中から黒曜石の産出が指摘されているが，その噴出源については未だ明らかでない。十勝三股一帯の盆地については，約 1 Ma に大規模火砕流の噴出によって形成された長径約 14km のカルデラ（十勝三股カルデラ）の存在が明らかになっている（石井ほか 2008）。しかし黒曜石の産出地が南クマネシリ岳南・西麓の流紋岩質岩

類である十勝幌加層（山岸・松波 1976）の分布地域に限られていること，タウシュベツ川産黒曜石のフィッション・トラック年代（4.1±0.4Ma：未公表，以下 FT 年代）から黒曜石を生成した噴火は，このカルデラが形成されるかなり以前であると考えられる。十勝三股付近から産出した黒曜石は，上士幌付近から音更川のほか芽登川，居辺川，士幌川，利別川流域に広がる広大な十勝平野に分布する。なかでも芽登川上流の旭ヶ丘付近（旭丘牧場）の光地園面を構成する上旭ヶ丘礫層（松澤ほか 1978；十勝平野，地質図及び地形面区分図編集委員会編 1981）からは大量に黒曜石礫が産出し，これより下流部の低位の段丘群でも認められている。こうした段丘礫や河床礫として産出するものは，衝突痕に覆われているものが多い。これらの産出地の黒曜石は漆黒色のものが多いが，なかには赤色の流れ縞模様があるもの（紅十勝・花十勝）も産出する。

このほか十勝川とその支流である然別川，鎮錬川，久山川，佐幌川流域では，台地からの洗い出しと考えられる黒曜石の円礫が認められる。藁科・谷島（1992）は十勝川と然別川に挟まれた美蔓台地において，台地を構成する美蔓礫層（松澤ほか 1978）中から黒曜石を採取している。美蔓台地から産出する黒曜石は，上士幌周辺のものと供給源が異なると考えられるが，噴出源や火山は明らかでない。

「赤井川地区」：赤井川カルデラ周辺の丘陵地のうち，余市川支流の土木川の河床とその上流に続く林道沿いで，人頭大から直径数 cm 程度の黒曜石が崖錐堆積物や河床礫として多量に産出し，同じ丘陵地を刻む曲川や白井川沿いの沢でも採取されている（旭川市博物館 2003；向井ほか 2002）。この黒曜石を含む流紋岩質噴出物は余市川南岸沿いに露出する厚い白色火砕流堆積物の上位を占めると考えられるが，黒曜石の岩体自体は観察されていない。この地域は外側の余市川カルデラと内側の赤井川カルデラの二重の陥没地形を形成しており（太田ほか 1954；横山ほか 2003），黒曜石がどの噴火活動に関連する堆積物なのかは明らかでない。だが，FT 年代（2.4±0.2Ma：未公表）からは赤井川カルデラの形成初期かそれ以前の噴出物である可能性が強い。なお，赤井川カルデラ内でも黒曜石の小礫が転石として認められるが，それらはカルデラ内に噴出した永沢火山噴出物（横山ほか 2003）に含まれる黒曜石レンズに由来するものであろう。

「豊浦地区」：内浦湾（噴火湾）に臨む豊浦町大岸付近では，豊泉川の河床から黒曜石の亜角礫が産出する（旭川市博物館 2003；向井 2005a）。黒曜石は二次的に堆積した可能性がある火砕流または泥流堆積物中から産出するが，この地域の地質層序（土居ほか 1958）や東方の洞爺カルデラの活動との関係は不明である。

2.2 東北地方

「小泊地区」：青森県小泊村付近では小泊岬を中心に第三紀冬部層（対馬・上村 1959；奥海・前田 1963）の流紋岩溶岩に伴い白色の火砕流堆積物としてパーライトが産出し，この中に黒曜石の小礫（マレカナイト）が認められる。小泊中学校脇の大露頭から産出する黒曜石の小礫は灰色～黒灰色で直径 5 cm 前後のものが多い。小泊岬対岸の折腰内（オートキャンプ場付近）でも黒曜石の小礫が採取できる。

「西青森地区」：青森市西部の鶴ヶ坂，鷹森山，戸門，大釈迦などでは，丘陵地を構成する第三紀鮮新世の軽石質凝灰岩（鶴ヶ坂層）や，この上位に重なる更新世の砂礫層（岡野層・前田野目層）中に黒曜石の小円礫（直径 5 cm 以下）が含まれている。また，丘陵を刻む天田内川，新城川などの河谷にも黒曜石が認められる。これらの黒曜石の供給源は岩木山のほか複数あると考えられる（杉原・鈴木 2005；向井 2006；杉原ほか 2008a；齋藤ほか 2008）。

「岩木山地区」：青森県西海岸にまたがる七里長浜の出来島海岸などで，円磨された黒曜石が海浜礫として，あるいは海食崖に露出する砂礫層中に認められる（新渡戸・鈴木 1983；佐々木 1997；向井 2005b，2006）。また岩木山北麓（十面沢～十腰内～建石付近）では山麓扇状地の土石流堆積物（黒木 1995）や，これに続く台地を構成する海成堆積物（山田野層：小貫ほか 1963）や泥流堆積物（鈴木 1972）に，人頭大から直径 5 cm 前後の円礫～亜円礫の黒曜石が含まれている。これらの堆積物中の黒曜石は，岩木山の新期火山噴出物（青森県農林部土地改良第一課 1987）に由来すると考えられるが，溶岩流や岩屑なだれ堆積物などが未区分のため、火口の位置や

噴出時期は明らかでない。これらの黒曜石が鳴沢川などの河川によって日本海に運ばれて出来島海岸に漂着したと考えられる。このほか岩木山西方の中村川上流の乗廻橋付近では峡谷底から拳大以下の黒曜石礫が産出するが，この黒曜石は，峡谷沿いに露出する軽石質火山灰層（大秋層田代凝灰岩部層：藤田・根本 2002；青森県農林水産部農村整備課 2004；福田ほか 2008；島口 2009）からの転石と考えられる。しかし，岩木山北麓の火山麓扇状地堆積物中の黒曜石礫とは堆積時期や産状が異なることから，その起源や噴出年代については今後の調査が必要である。

「深浦地区」：青森県深浦町付近の六角沢の河床や岡崎浜の海浜からは，黒色半透明な黒曜石の小さな亜角礫を産出する（近堂 1985；井上 1989；佐々木 1997；向井 2006）。これらの黒曜石は，この付近一帯に広く分布する流紋岩質火砕流堆積物に由来するものと考えられ，その大きさは最大直径約 5 cm で，1～3 cm 大のものが多い。露頭が少ないためその産状は明らかでないが，なかにはパーライト状の火砕流堆積物からマレカナイトとして産出するものも含まれると考えられる。

「男鹿地区」：男鹿半島では，金ヶ崎海岸と脇本～船越海岸で黒曜石の海浜礫が採取できる（磯村 1972，1993，1994；井上 1985；佐々木 1997；向井 2005c）。男鹿半島では，真山～毛無山の山稜から加茂川流域及び金ヶ崎の海岸などに流紋岩質の溶岩や火砕岩が広く分布し，真山流紋岩（類）とよばれている（西男鹿団体研究グループ 1972；藤岡 1973；深瀬 2000；大口ほか 2008；小林ほか 2008）。真山流紋岩（類）は全体的にガラス質で，金ヶ崎海岸の海浜礫で産出する黒曜石は，この岩体に由来すると考えられる。かつて金ヶ崎海岸沿いの道路敷設工事の際には，「テーブル大」の黒曜石岩塊が産出したことがあるという（五十嵐 1968）。脇本付近の海食崖沿いに露出する鮪川（しびかわ）層（北里 1975）中の砂礫層からは表面がやや風化した黒曜石の円礫が認められる。鮪川層は更新世中期の堆積物とされており（白石ほか 2008），ここから産出する黒曜石は真山流紋岩（類）からの二次堆積と考えられる。脇本～船越海岸の黒曜石礫は鮪川層中に含まれていたものが，浸食されて海岸に打ち上げられたことが想定できる。

「北上地区」：北上川沿いに南北に連なる盆地内の丘陵地や台地を構成する砂礫層中には，まれに直径数 cm 以下の黒曜石礫が認められる。このうち，雫石盆地西縁部の晴山沢や荒沢では，第三系の山津田層（須藤・石井 1987；土井ほか 1998）最上部のデイサイト質軽石凝灰岩層（火砕流堆積物）や礫層中に黒曜石礫が含まれる。また，小赤沢付近でも第四系の橋場層の砂礫層中に握り拳大の黒曜石の亜円礫が産出する（鈴木 1983；井上 1989）。このほか，奥州市水沢区の胆沢扇状地末端の折居付近では，段丘礫層に覆われる礫層（折居層：木野 1963）中に黒曜石が含まれている（佐島 1975）。また，一関市花泉町金沢，老松，日形や一関市真滝，滝沢などにおいて丘陵地を構成する砂礫層（滝沢層：中川 1961）中に直径 5 cm 前後の黒曜石の円礫が認められる（佐島 1975；井上 1989；佐々木 1997；向井 2006）。黒曜石の礫径は，北上川の上流で大きく下流で小さい傾向にあり，下流ほど円磨度が増す（吉谷ほか 2001a）。これらの表面は灰色不透明な水和層の皮膜で覆われていたり，虫食い状の窪みが認められたりする。内部については新鮮な黒色でガラス光沢を示すものが多いが，やや透明度の低い灰黒色のものも含まれる。なお，これら北上川沿いの地帯では，北上川最上流域のいわゆる仙岩地域の火山群が黒曜石の供給源として想定できる。

「月山地区」：山形県では月山・湯殿山と北方の山麓及び丘陵にかけての地域に，月山火山を起源とする火砕流堆積物や，これからの泥流や岩屑なだれの堆積物が広く分布し，この中から各地で黒曜石が産出することが知られている（百瀬 1975；神保ほか 1964；山形県企画調整部土地対策課 1979）。このうち西川町志津の月山荘付近の道路沿いでは，ガラス質凝灰岩中に数 cm 以下の黒曜石角礫が認められる（百瀬 1975；井上 1989；向井 2006）。また湯殿山の南側山腹を刻む田代沢や大越沢では，河床に多量の黒曜石の円礫が散乱している。また，鶴岡市大網付近の長防山（天保堰沿い）や天狗森，今野川に分布するパーライト（百瀬 1975；本多・清水 1962）は火砕流堆積物と考えられ，小豆大のマレカナイトが多量に含まれるほか，拳大の黒曜石も含まれている。さらに鶴岡市北部一帯には月山からの流れ山と考えられる独立した小丘陵が多数認められ，羽黒町上野新田（小野木

山）などで，この流れ山堆積物（笹川岩屑流）から黒曜石の円礫～亜円礫が産出する（百瀬 1975；土谷ほか 1984；井上 1989；大場・石原 2000；佐々木 1997；向井 2006）。

「湯の倉地区」：宮城県宮崎町湯の倉では，鳴瀬川上流にある田川の支谷（澄川）の谷壁に黒曜石の岩脈が露出し，周囲の火砕流堆積物と接する部分の幅 150～200cm に角礫状の黒曜石が産出する。また，黒曜石礫は周辺の火砕流堆積物中にも含まれているほか，田川の河床でも円礫として採取することが可能である（井上 1985；佐々木 1997）。この火砕流堆積物は，永志田層（庄司 1958；宮城県企画部土地対策課 1993）などとよばれている。

「色麻（しかま）地区」：宮城県色麻町愛宕山付近（根岸）では，丘陵を構成する東原層（北村ほか 1981）とよばれる砂礫層が 20～30m の厚さで発達する。この砂礫層の限られた層準内に黒曜石の円礫が多量に含まれる（佐々木 1997）。黒曜石礫は直径 5 cm 程度のものが多く，いずれも風化のため周囲がパーライト状に白濁変質して脆いものが多いが，内部にクルミ大～枇杷の種状のマレカナイトが含まれている。

「秋保（あきう）地区」：仙台市西部の丘陵性山地には，第三紀中新世の流紋岩質凝灰岩を含む火山性堆積物が広く分布することが知られている。このうち名取川上流部にあたる仙台市秋保町馬場町北（大雲寺の北側）には，流紋岩によって構成される丘陵が認められている（宮城県企画部土地対策課 1985）。この丘陵は火山岩頸（volcanic neck）の地形と考えられる。岩脈縁辺部（幅 50cm 前後）には黒曜石が認められ，山麓では崖錐堆積物（ローム）中に黒曜石が角礫として多く散乱する（向井 2006）。ただしこの黒曜石は斑晶鉱物を多く含むことから，割れ面が平滑にはならない。また土蔵付近の丘陵地では，安山岩や流紋岩を含む砂礫層（白沢層の馬場凝灰岩）中に黒曜石の円礫～亜円礫が含まれている（高橋・野田 1965；井上 1985）。これらの砂礫層中の黒曜石は谷筋沿いの林道（水上南）で転石として認められるほか，土蔵付近では水田の耕作土からも採取できる（井上 1985；佐々木 1997）。土蔵付近の黒曜石は，表面が風化している。

3．蛍光 X 線分析装置による黒曜石の定量・定性分析

黒曜石を含め，火山岩はマグマが固化したものであるが，マグマは生成時における起源物質の化学組成や物理条件（温度・圧力など）の違い，その後おかれた物理条件の違い，周囲の物質との相互作用により，化学組成が多様になることが知られている。場合によっては個々の噴火に対応する分解能で噴出物の組成の違いを認識できるため，化学組成は原産地推定をおこなう際に有力な情報となる。化学組成を測定する方法は多数存在するが，蛍光 X 線による分析が簡便性や精度の点で優れている。

分析試料は北海道・東北地方の各黒曜石産出地で採集した。定量分析では試料：融剤（$Li_2B_4O_7$）比＝1：5 のガラスビードを作製し，波長分散型蛍光 X 線分析装置（WDX；リガク製 RIX1000 型）を用いて検量線法により行った。分析試料は原則としてひとつの礫からひとつの分析試料を作製した。ただし小さい礫でしか産出しない場合は数個の礫からひとつの分析試料を作製した。試料作製手順や分析条件は長井ほか（2008）にしたがった。

以下に本研究施設でのビード試料作製方法と検量線作製方法の概要を記述する。はじめに岩石圧砕機，ハンマー等を使用し風化・変質した部分を取り除き，岩石チップ約 10～100g 程度を作製する。超音波洗浄器を用いて蒸留水で洗浄し，110℃の恒温乾燥機で 8 時間以上乾燥する。次に鉄製乳鉢およびメノウ製のボールミルを用いて 20 μm 以下の大きさになるまで粉末化する。続いて岩石試料粉末をマッフル炉によって大気雰囲気下，600℃で 1 時間酸化・脱水させる。$Li_2B_4O_7$ 粉末融剤についてもマッフル炉を用いて大気雰囲気下，700℃で 5 時間脱水させる。 常温まで冷却したことを確認してから岩石試料 1.0000g 程度を電子天秤で秤量する。続いてその 5 倍の量の融剤を±0.0004g 以内の精度で秤量し，両者をメノウ製乳鉢で混合する。試料を白金るつぼに投入し，自動ガラスビード製作装置を用いて直径 36mm のビードを作製する。溶融条件は大気雰囲気下，始め 800℃で 1 分間，続いて 1100℃で 7 分間（うち 5 分間は揺動）加熱するように設定した。

表１　各黒曜石原産地の代表的試料の全岩化学組成

Table 1　Whole rock chemistry of characteristic obsidian sources

Series	名寄系A	名寄系B	赤石山系	十勝石沢系	十勝石沢系	十勝石沢系	社名淵系	生田原系	生田原系	置戸山系	所山系	所山系	ケショマップ系	ケショマップ系	旭川系A	旭川系B	滝川系A	滝川系B	上士幌系	美蔓系A
Locality	朝日川	朝日川	赤石山	十勝石沢大露頭	あじさいの滝露頭	IK露頭	サナブチ川	背谷牛山	仁田布川	置戸山	所山	所山	七ノ沢	ケショマップ川	雨紛台	雨紛台	中山	大和	十勝三股	鎖練川
Sample name	HD002d'	HDNYR3-61	HD012d	HD050905-5-2	090730-5a-1	09073006-1	030622-5-1	060605-7-2	060605-2-1	060627-4	060606-3-2	HD036RU	HDOKT4-6	HDOKT3b-1	HD990921-2-1	HD029 ret.	HD030630-4ret.	HD030630-5-1	HD040d	060926-2-3
(wt%)																				
SiO_2	75.70	75.86	76.00	75.28	75.18	75.72	74.58	73.49	73.86	75.52	75.29	76.06	73.15	74.18	74.82	72.29	74.26	76.64	75.91	74.59
TiO_2	0.12	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02	0.07	0.11	0.12	0.10	0.10	0.11	0.15	0.08	0.08	0.15	0.08	0.11	0.04	0.03
Al_2O_3	12.86	12.45	13.27	12.78	12.78	13.10	13.19	14.65	13.81	13.85	14.27	12.59	14.28	13.81	13.72	14.50	13.25	12.42	13.12	14.37
FeO*	1.72	1.46	1.46	1.33	1.24	1.38	1.60	1.81	1.44	1.43	1.37	1.42	2.04	1.94	1.66	2.17	1.74	1.04	1.24	1.47
MnO	0.03	0.02	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.03	0.01	0.05	0.03	0.04	0.06	0.05	0.05	0.07	0.05	0.06	0.05	0.05
MgO	0.20	0.09	0.06	<0.01	0.01	<0.01	0.07	0.04	0.05	0.12	0.05	0.16	0.32	0.15	0.19	0.39	0.19	0.14	0.11	0.04
CaO	1.18	0.85	0.56	0.48	0.49	0.48	0.74	0.82	0.70	1.00	0.80	0.88	1.62	1.35	1.24	1.81	1.25	0.73	0.73	0.71
Na_2O	3.80	3.94	3.96	3.89	3.77	3.80	4.04	4.00	4.17	4.05	3.38	3.68	3.59	3.49	3.70	3.85	3.79	3.81	4.12	3.79
K_2O	3.56	4.19	4.43	4.55	4.53	4.53	3.78	4.71	4.77	3.32	4.17	3.96	3.64	3.67	3.58	3.24	3.60	4.24	4.12	4.13
P_2O_5	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.06	0.05	0.04	0.01	0.01
Major total	99.19	98.97	99.84	98.42	98.10	99.12	98.14	99.36	98.94	99.47	99.48	98.93	98.88	98.73	99.07	98.54	98.27	99.24	99.45	99.19
(ppm)																				
Rb	123	142	159	179	182	177	125	159	163	102	152	142	123	126	129	119	127	152	153	146
Sr	97	48	25	<3	<3	<3	49	49	48	87	67	69	130	120	116	159	114	63	51	56
Ba	669	1000	951	191	213	205	821	919	931	773	1097	1061	678	830	782	704	764	1064	961	961
Y	18.5	60.4	26.3	37.6	34.8	37.1	45.9	43.9	20.9	27.8	10.6	26.4	23.4	22.0	31.9	30.2	27.5	32.1	32.2	38.1
Zr	105	108	66	55	55	53	135	228	216	134	108	99	109	111	85	105	85	84	77	87
Nb	<3.5	6.5	4.7	10.4	8.9	11.5	7.8	6.1	<3.5	5.3	5.6	<3.5	<3.5	4.7	<3.5	4.7	5.5	7.1	4.8	5.8
Th	11.7	<5.2	15.1	<5.2	15.2	7.3	1.2	8.4	<5.2	6.2	8.1	13.6	<5.2	6.9	6.1	7.3	<5.2	7.6	12.3	8.5
Zn	42	40	38	40	36	40	50	56	43	36	29	27	39	46	39	43	39	24	34	31

Series	美蔓系B	赤井川系	豊浦系	小泊系	西青森系	岩木山系	深浦系	男鹿系	北上系	北上系	月山系	湯の倉系	色麻系	土蔵系	馬場町北系	検量線確度　検出限界		期間再現性	
Locality	佐幌川	土木川	豊泉	小泊中学校	天田内川	中村川乗廻橋	岡崎浜	脇本	雫石	花泉田ノ沢	長防山	湯の倉	東原	土蔵系	馬場町北	長井ほか（2008）		JR-1（2007-2009;n=17）	
Sample name	060927-1-1	HD063d'	HD064	TI010810-3-1	051010-1Tentanai	Aomori2	TI019	TI028a	TI039	TNZ970322-7	TI049	TI058	TI063	TIITK1-033	TI080809-1-3-7			平均値	標準偏差
(wt%)																			
SiO_2	74.20	75.45	76.36	76.56	75.15	76.07	75.39	76.20	76.75	75.93	75.87	74.50	75.33	72.39	74.13	0.54		76.25	0.16
TiO_2	0.13	0.06	0.13	0.10	0.04	0.07	0.12	0.08	0.15	0.15	0.09	0.18	0.23	0.42	0.31	0.03	0.00	0.11	0.00
Al_2O_3	13.37	12.50	12.87	12.44	13.00	13.13	12.75	13.47	12.52	12.54	13.42	13.49	13.48	13.73	13.36	0.33		13.29	0.12
FeO*	1.85	1.31	1.57	0.86	1.33	1.08	2.44	0.86	1.66	2.69	1.14	2.63	2.34	3.56	2.76	0.20	0.01	0.71	0.01
MnO	0.04	0.07	0.06	0.02	0.05	0.13	0.06	0.16	0.07	0.11	0.11	0.08	0.15	0.10	0.09	0.01	0.00	0.11	0.00
MgO	0.23	0.10	0.19	0.10	0.32	0.16	0.04	0.14	0.24	0.10	0.19	0.33	0.38	0.67	0.50	0.22	0.01	0.15	0.02
CaO	1.36	0.79	1.12	0.64	0.71	0.74	0.30	0.90	1.21	1.80	0.73	2.34	1.74	3.21	2.75	0.11	0.00	0.73	0.00
Na_2O	3.51	3.67	3.63	3.59	3.85	4.44	5.04	3.92	4.32	4.37	4.25	4.31	4.96	3.91	3.94	0.11	0.06	4.18	0.08
K_2O	3.52	4.50	3.46	4.67	4.28	3.25	4.19	4.43	2.75	1.71	3.59	1.52	1.37	0.96	1.00	0.06	0.00	4.45	0.04
P_2O_5	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.08	0.05	0.01	0.00	0.03	0.00
Major total	98.23	98.45	99.41	99.00	98.74	99.11	100.32	100.15	99.67	99.43	99.41	99.42	100.01	99.02	98.89			100.00	
(ppm)																			
Rb	128	140	98	178	148	90	118	175	86	55	110	44	38	22	21	4.7/19	2.4	259	1
Sr	106	51	107	38	63	91	<3	99	98	134	105	169	162	160	160	25	3	24	2
Ba	803	749	848	428	822	1124	637	909	662	454	1080	429	446	294	312	23	10	80	18
Y	31.6	23.8	29.4	15.9	11.1	24.5	54.2	22.4	36.3	57.9	20.2	33.4	52.2	37.6	34.3	6.1	5.3	39.4	5.6
Zr	91	80	106	82	86	54	500	73	135	159	71	157	181	113	118	15	3	95	5
Nb	<3.5	4.1	<3.5	9.4	6.1	12.6	22.7	10.3	8.5	13.1	7.5	7.4	5.1	<3.5	<3.5	0.9/4.3	3.5	15.3	1.5
Th	<5.2	14.9	12.2	9.6	6.4	<5.2	11.1	19.4	6.7	5.9	9.9	8.0	6.9	<5.2	<5.2	2.8	5.2	24.3	2.9
Zn	34	27	25	22	34	32	112	27	46	94	21	57	75	52	51	11	4	34	1

全鉄は $FeO+Fe_2O_3$ を FeO* の形で表した。検出下限以下の場合は不等号をつけて表示した。検量線確度・検出下限の値は長井ほか（2008）による。
期間再現性は 2007 年から 2009 年にかけて標準試料 JR-1を 17 回測定した結果から求めた。

蛍光X線管球にはCr対陰極管球を使用し，印加電圧，電流は50kV，50mAとした。X線通路は真空（3.0Pa以下）とし，サンプルのマスクは直径30mmとした。分光結晶はフッ化リチウム，ゲルマニウム，ペンタエリスリトール，フタル酸タリウムの4種から，検出器にはガス流量型比例計数管，シンチレーション計数管の2種から，測定元素に応じて最適なものを選択し使用した。測定時間は測定元素の蛍光X線ピークで40秒－200秒，バックグラウンドで20秒－100秒間の範囲内で最適な値に設定した。測定元素は，主成分元素の酸化物SiO_2，TiO_2，Al_2O_3，FeO*（全鉄；FeO＋Fe_2O_3をFeO*の形で表したもの），MnO，MgO，CaO，Na_2O，K_2O，P_2O_5と微量成分元素Rb，Sr，Ba，Y，Zr，Nb，Th，Znである。なお，1個の試料の測定にかかる時間は約90分である。

検量線作製用標準試料は佐野（2002）に準じて産業技術総合研究所，アメリカ地質調査所，アメリカ国立標準技術研究所発行の岩石標準試料および壱岐火山岩試料（吉田・高橋1997）の計26個の構成とした。検量線は1次式で作製したが，一部の元素（Rb，Nb）では低濃度側と高濃度側で検量線の傾きが異なるため，分割して2つの直線で近似した。重なり補正が必要な元素（Ba，Y，Zr，Th）については，重なり補正を行なった。

得られた検量線の確度を表1に示す。検出下限はブランク試料のX線強度を繰り返し測定した結果の標準偏差を3倍し，濃度に換算する方法で求めた。ただし適切なブランク試料が製作できなかったので，各元素について最も推奨値が小さい標準試料を選び，繰り返し測定をおこなった。推奨値が十分に小さな標準試料がない元素（Si，Al）では算出しないことにした（表1）。長期にわたり機器の立ち上げ，ドリフト補正（標準化）を繰り返した場合の測定値の安定性を調べた結果（期間再現性）についても表1に示す。

定性分析用試料は原石をハンマーで打ち砕くか，岩石カッターで切断してグラインダーを用いて研磨粉（#2000）で研磨したスラブ状試料を作製した。各原産地の試料を10個以上（平均30個）作製した。蛍光X線の測定にはエネルギー分散型蛍光X線分析装置（EDX；日本電子データム製JSX-3201型）を用いた。測定条件は杉原・小林（2004）に準じる。Rhターゲットのエンドウインドウ型X線管球を使用し，管電圧は30kV，電流は抵抗が一定となるよう自動設定とした。X線検出器はSi/Li半導体検出器を使用した。試料室内の状態は真空雰囲気下とし，X線照射面径は20mmとした。測定時間は600secである。測定元素は，主成分元素はSi，Ti，Al，Fe，Mn，Mg，Ca，Na，Kの計9元素，微量成分元素はRb，Sr，Y，Zrの計4元素の合計13元素とした。測定時には霧ヶ峰地区西霧ヶ峰系星ヶ塔産黒曜石試料KRG7－27も併せて測定して分析値の再現性を確認した（杉原ほか2008b）。分析データの統計処理には明治大学文化財研究施設製ソフトウェア；X-JSN-1.03を使用した。

4．北海道・東北地方における黒曜石原産地の蛍光X線分析結果

4.1 定量分析結果

ひとつの原産地から3～28点の分析試料を作成し，北海道地方119点，東北地方48点の計167点の分析値を得た。表1に各原産地の代表的試料の分析結果を示す。これらはSiO_2量が73.0～77.6wt%の流紋岩であった。多くの原産地では75～77wt%に集中する。SiO_2変化図上では原産地ごとに異なる領域にプロットされ，特にTiO_2，CaO，FeO*，K_2O，Rb，Sr，Ba，Zr図で顕著な違いがみられる（図2）。

日本のような弧状列島（島弧）では，火山岩の化学組成が島弧横断方向に系統的に変化することが知られている（Kuno1966など）。珪長質な火山岩である黒曜石についても，関東甲信地方では太平洋側（火山フロント側）に比べて日本海ないし四国海盆側（背弧側）でK_2OやRbの濃度が高い傾向がある（杉原・小林2008）。東北地方についても同様な傾向が認められ，同じSiO_2量で比べると太平洋側（北上産・湯の倉産・色麻産・土蔵産）は日本海側（小泊産～月山産）よりK_2O，Rbに乏しく，TiO_2，CaO，Srに富む傾向がある。そのほかの元素では，MnOやBaについて原産地によって大きな差があるが，広域的な傾向ではないようにみえる。色麻産・月山産・男鹿産・岩木山産はきわめてMnOに富む点で，深浦産はZr，Nb，ZnにCaO，P_2O_5，Sr

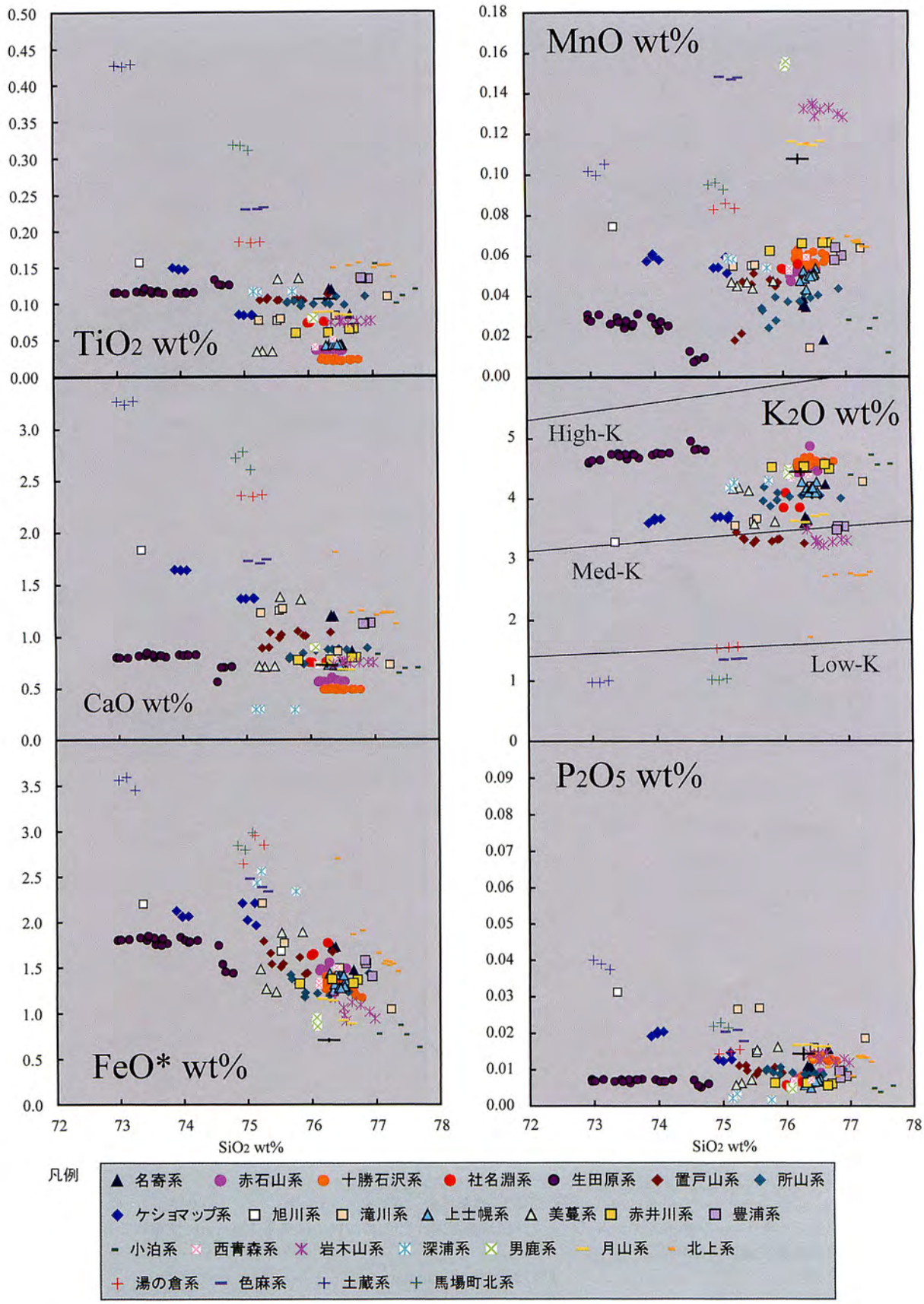

図 2-1　主成分元素

主要成分元素の SiO_2 バリエーションダイアグラム（ハーカー図）を示す。各酸化物は無水 100%値に換算してある。誤差（1 σ）は標準試料 JR-1 の繰り返し測定誤差（表 1）。SiO_2 対 K_2O 図には Gill (1981) による火山岩の区分も示す。

Fig. 2-1　major element

図 2　北海道・東北地方の全岩化学組成

Fig. 2　Whole rock chemistry of obsidian sources in the Hokkaido and Tohoku district

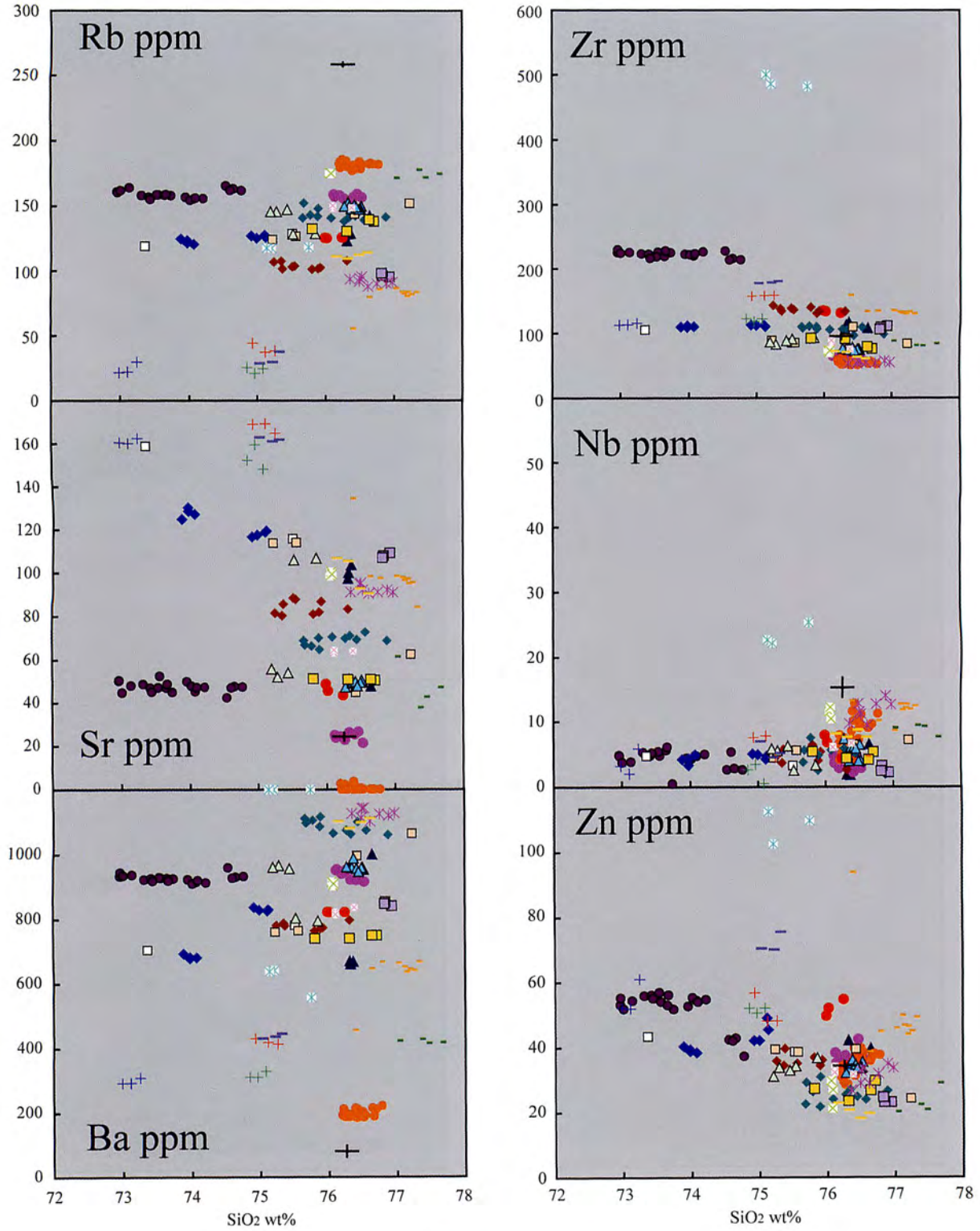

図 2-2　微量成分元素

微量成分元素の SiO_2 バリエーションダイアグラム（ハーカー図）を示す。SiO_2 については無水 100%値に換算してある。誤差（1 σ）は標準試料 JR-1 の繰り返し測定誤差（表 1）。

Fig. 2-2　trace element

図 2　北海道・東北地方の全岩化学組成

Fig. 2　Whole rock chemistry of obsidian sources in the Hokkaido and Tohoku district

に乏しい点で特徴的である。

北海道地域は全体に東北地域より K_2O，Rb に富み，MnO，Nb にやや乏しい。北海道西部（豊浦産，赤井川産）では東北地方と同様に太平洋側で K_2O，Rb に乏し

い傾向がある。しかし北海道中央部では太平洋側からオホーツク海側にかけて広範囲に原産地が分布するにもかかわらず，島弧横断方向に系統的な組成変化は認められない。主要な原産地（名寄産・赤石山産・十勝石沢産・生田原産・置戸山産・所山産・ケショマップ産・美蔓産・上士幌産）について概観すると，大まかに見てK_2O，Rb に富むものはTiO_2，CaO，Sr，Zr に乏しい傾向がある。十勝石沢産は Ba に乏しく，生田原産はK_2Oとともに Zr に富む点で特徴的である。以上のような傾向から，近接した原産地でもプロットされる位置が異なるので，複数の図を比較すればほとんどの場合で原産地の識別が可能と考えられる。

これら原産地の多くは，新第三紀中新世～第四紀前期更新世の膨大な量の火山岩が分布する地域にある。黒曜石は本来，それらを構成する流紋岩質の貫入岩体，溶岩流や溶結凝灰岩層の一部に形成されたものと考えられるが，明瞭な露頭として産出する例は多くない。一方，火山岩地域を後背地とする河川の河床や段丘堆積物中に存在する黒曜石礫をもって原産地として認識される場合がすくなからずある。これらの点で第四紀火山の溶岩や貫

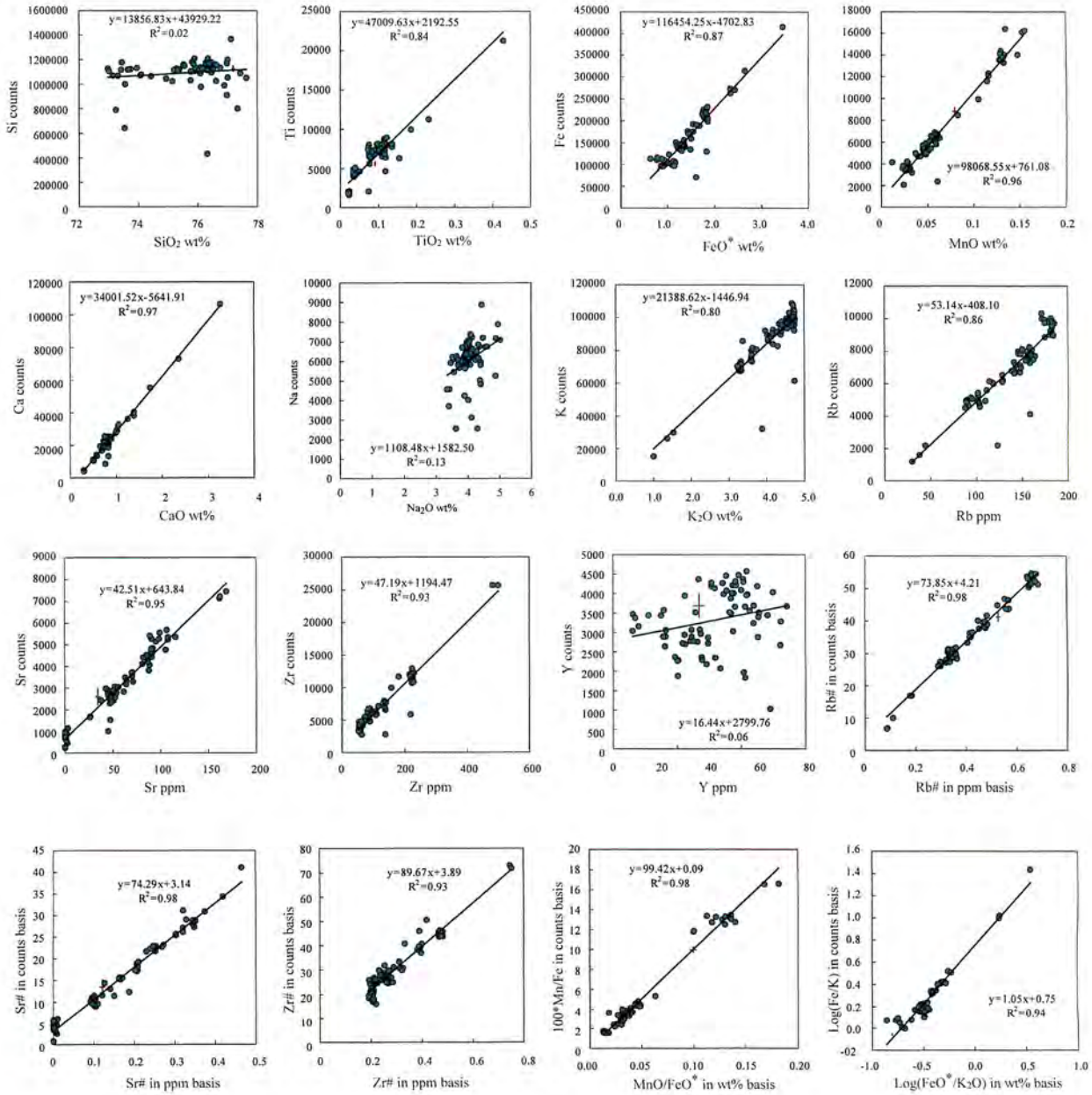

図３　定量分析値と定性分析値の相関

主要な元素や元素の組み合わせについて定量分析による濃度，濃度比と対応する定性分析の積分強度，積分強度比をとり，直線近似した場合の近似式と相関係数（R^2値）を示した。誤差（１σ）は霧ヶ峰地区西霧ヶ峰系星ヶ塔産黒曜石試料 KRG7-27 の定量及び定性分析における繰り返し測定による。

Fig. 3　The correlation between quantitative and qualitative values of obsidian sources

入岩体が原産地である関東甲信地域と異なる。北海道において島弧横断方向でみた場合に原産地間に系統的な組成変化がないのは，礫として二次的な移動をしたため本来の原産地の位置が明確でないこと，原産地によって噴出年代が異なるために組成分布の時代変化の影響を受けた，などが原因である見かけ上のものかもしれない。礫として産出する場合，広い範囲にプロットされるような場合（旭川産など）は複数の原産地から運ばれた礫が集積している可能性を，組成が他地域と類似する場合（旭川産と美蔓産の一部）はときに一連の火山噴出物を起源とする可能性があることを示している。地理的に遠く離れている場合は，噴出物の初生的な広がりや水系の発達史について詳しく解明することが必要である。

4.2　定量分析値と定性分析値の比較

考古遺物の定性分析の確度を確認するために，同じ黒曜石礫から作製した定量・定性分析試料の分析値を比較した（図３）。平均値同士で見るとおおむね正の相関性が認められ，共存元素によるマトリックス効果が未補正であることについての顕著な影響は生じていないように

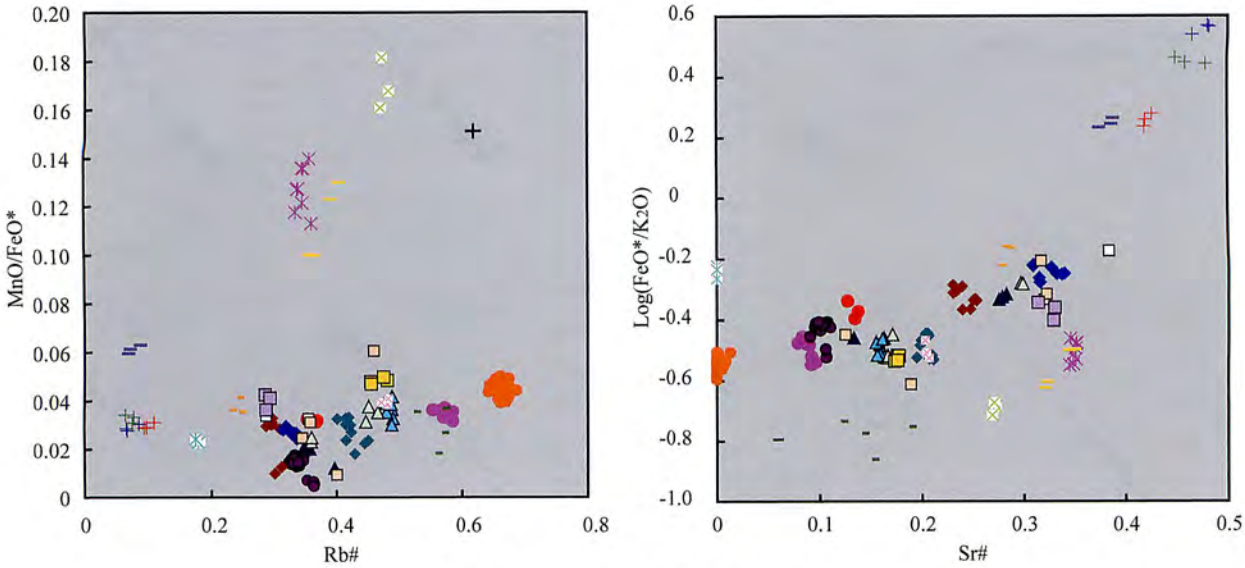

図 4-1　定量分析値による判別図
Fig. 4-1　Quantitative analysis

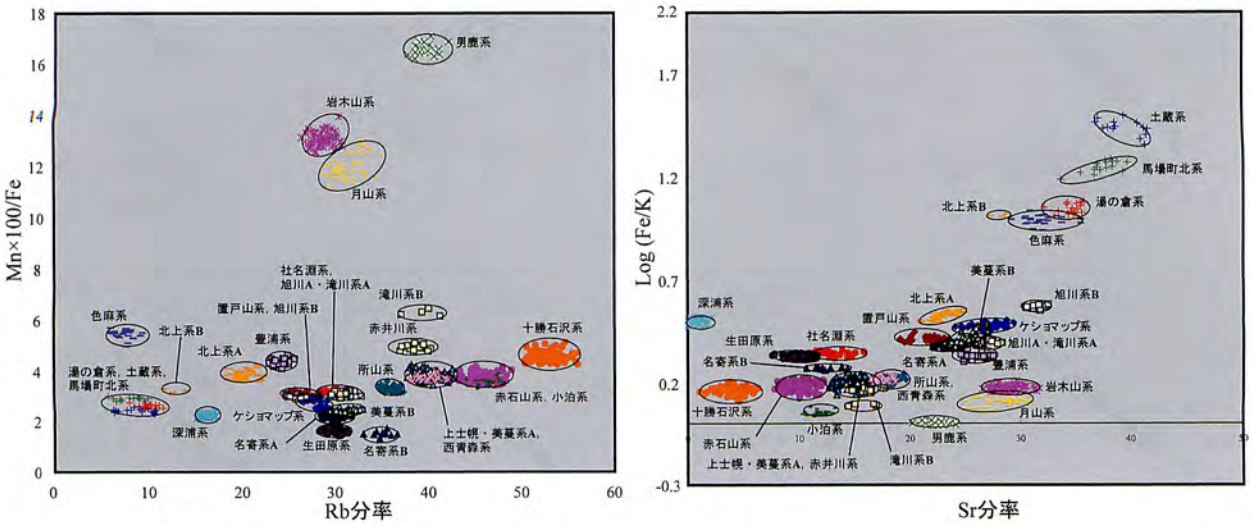

図 4-2　定性分析値による判別図
Fig. 4-2　Qualitative analysis

図 4　原産地判別図の比較
定量分析の誤差（１σ）は標準試料 JR-１の繰り返し測定誤差（表１）。
Fig. 4　The comparison with discrimination diagrams of obsidian sources

見える。元素別では Ti, Fe, Mn, Ca, K, Rb, Sr, Zr は相関性が良いが（R^2 値が 0.8 以上），Si, Na, Y は大きくばらつく（R^2 値は 0.2 以下）。相関性のよい元素でもあきらかに定性分析値のばらつきが大きい。これらは試料の表面形状，内部の不均質，含まれる鉱物の種類やサイズの違い等によるマトリックス効果の違いにより定性分析では特性 X 線強度が変化したためと考えられる。このような妨害要因に対して，望月（1997）が提唱するように特定元素の強度同士の比，特にエネルギーの近い特性 X 線を測定に利用する元素同士を採った場合は，X 線強度の変化が打ち消されるために影響が小さい。実際に原産地推定に用いる指標である Rb 分率＝Rb×100/＃[4]，Sr 分率＝Sr×100/＃，Zr 分率＝Zr×100/＃，Mn×100/Fe，Log（Fe/K）は比較的よい相関（R^2値は 0.9 以上）を示す。これらを組み合わせることで，再現性のよい判別図が作製できると考えられる。

4.3 定性分析による判別図の作製

定量・定性分析結果の相関性が比較的よい元素を選択し，定量分析値同士の比を使って有効な判別図を作製した（図 4-1）。同様に，定量分析値と対応する定性分析値の元素強度比を用いて判別図を作製し，同様の結果が得られることを確認した（図 4-2）。これらは，望月（1997）の提唱した Rb/＃ vs Mn×100/Fe と Sr/＃ vs Log（Fe/K）からなる。これらの図に，遺跡出土資料をプロットすることにより北海道・東北地方のほとんどの原産地を対象にして帰属が決定できる。

5．北海道・東北地方の黒曜石観察結果

黒曜石原産地に関わる原産地推定は，明治年間の研究まで遡ることができる（神保 1886）。その後の，理化学分析機器や分析方法の進歩により，より正確に原産地を推定できるようになったのはいうまでもない。一方で，白滝遺跡群や常呂川流域で行われている石質の詳細な肉眼観察（北海道埋蔵文化財センター 2001；高倉ほか

表 2　肉眼および実体顕微鏡観察結果

Table 2　The result of observing obsidians utilized the naked eye and microscope

原産地	色調	光沢	透明感	割れ面のきめ	割れ方	斑晶 量	斑晶 大きさ mm	球顆 量	球顆 大きさ mm
赤石山系	黒	1	-1	細かい	平滑	-	-	-	-
	赤	1	-1	少し粗い	平滑	-	-	-	-
	赤・黒	1	-1	少し粗い	平滑	-	-	△	4
十勝石沢系	黒	-1	-1	粗い	平滑	-	-	△	0.5～1
置戸山系	赤混じり黒+	-1	-2	少し粗い	小さな凹凸	△	0.2～1	-	-
	黒++	2	-1	細かい	平滑	△	0.2～1	-	-
所山系	黒-	1	1	細かい	平滑	-	-	△	2
美蔓系	黒+	2	1	細かい	平滑	-	-	-	-
美蔓系A	黒+	1	1	細かい	極平滑	-	-	-	-
美蔓系B	暗灰	-1	-2	粗い	凸凹	◎	0.5～2	-	-
赤井川系	黒	1	1	細かい	平滑	-	-	□	0.1
	黒	-1	-1	少し粗い	平滑	-	-	◎	0.1～1
西青森系	黒-	1	1	細かい	平滑	-	-	-	-
岩木山系	黒～黒-	1	2～-1	少し粗い	平滑	△	0.5～2	-	-
月山系	黒～暗灰	1～-1	1～-2	少し粗い	平滑	○～◎	0.5～2	-	-

色調：++ 非常に強い，+ 強い，- 弱い　光沢・透明感：2 非常に強い，1 強い，0 普通，-1 弱い
量：◎ 多い，○ 有，△ 少，□ 極少

表 3　偏光顕微鏡観察結果（斑晶・微斑晶，微晶，晶子形態）

Table 3　The result of observation of obsidian sources utilized polapolarization microscope (phenocryst・micro- phenocryst, crystalline, crystallite form)

原産地	色調	斑晶・微斑晶 大きさ mm	斑晶・微斑晶 斜長石	斑晶・微斑晶 石英	斑晶・微斑晶 黒雲母	微晶 斜長石	微晶 黒雲母	晶子量	晶子形態(A.Johannsen 1931) ｸﾞﾛﾋﾞｭﾗｲﾄ globulite	ｸﾗﾊﾞﾗｲﾄ clavalite	ﾏﾙｶﾞﾗｲﾄ margarite	糸状	ﾄﾘｶｲﾄ trichites	ｽｺﾋﾟｭﾗｲﾄ Scopulite
赤石山系	黒	-	-	-	-	-	-	極多	○		◎	○	○	
	赤	-	-	-	-	-	-	極少	□		□	□		
	赤・黒	-	-	-	-	-	-	極多	○		○	○	○	○
十勝石沢系	黒	0.1～0.2	◎	-	-	-	-	多	○			○	○	
置戸山系	赤混じり黒+	0.2～1	△	□	-	-	-	極多	◎	○	○		○	
	黒++	0.5	□	-	-	□	-	極多		◎	◎		◎	
所山系	黒-	-	-	-	-	□	-	多	◎	○			○	
上士幌系	黒+	-	-	-	-	-	-	極多	◎		◎		◎	
美蔓系A	黒+	-	-	-	-	-	-	中	○		○		○	
美蔓系B	暗灰	0.2～1	○	-	○	○	○	極多	○	◎				
赤井川系	黒	-	-	-	-	□	-	極少					□	
	黒	0.1～0.3	□	-	-	○	○	中	○	△			○	
西青森系	黒-	0.1～0.5	□	□	-	◎	○	なし						
岩木山系	黒～黒-	0.1～1	○	□	□	○	□	中	○		△			
月山系	黒～暗灰	0.2～1	○	-	□	◎	○	中～多	○					

＊美蔓系Bは斑晶として他に角閃石・輝石が認められる。月山系の微晶には極少量角閃石が認められる。
色調：++ 非常に強い，+ 強い，- 弱い　　量：◎ 多い，○ 有，△ 少，□ 極少

1997）は，考古学的分類である個体別資料の認識に止まらず，原産地推定の前段階としての黒曜石の分類にも役立つ。更に，偏光顕微鏡下の観察所見は肉眼観察とも近似しており，化学組成が酷似するため識別が困難である黒曜石原産地の推定に補助的に利用できる場合がある。（杉原ほか 2008b）。ここでは，北海道および東北地方の黒曜石についても，肉眼および双眼実体顕微鏡で観察した結果を表 2 に，作製したプレパラートの偏光顕微鏡観察結果を表 3 に示す。

肉眼および双眼実体顕微鏡観察では，黒味が強いものには透明感が弱い傾向が認められ，光沢の弱いものには割れ面のきめが粗く，凹凸のある割れ方をする傾向が認められる。斑晶は，美蔓系 B と月山系の一部を除き認められないものが多く，あっても少量認められる程度である。球顆は，赤井川系の一部を除き認められないものが多く，斑晶と同じように，あっても少量認められる程度である。赤石山山頂では，ほとんど赤色を呈するものや赤がかなり混ざるものなどや，礫どうしの接着部が幅広く赤褐色となっているものから接着部が幅狭く赤褐色となっているものまで多様に認められる。これらは，破砕された大小の礫が再結合した様相を呈し一種の溶結組織と考えられる。

偏光顕微鏡下での観察（図 5）では，十勝石沢系で大きさ 0.1～0.2mm の微斑晶が極めて多く，美蔓系 B で斑晶が多いのを除くと，北海道内の黒曜石では斑晶が無いか，あっても少量である。斑晶鉱物はほとんど斜長石であり，美蔓系 B に黒雲母があるのを除き有色鉱物は認められない。なお，十勝石沢系では割れ面全面に小さな凹凸が存在し梨肌と呼ばれるが，大量に含まれる微晶・微斑晶にその原因があると考えられる。東北地方の岩木山系および月山系では，斑晶鉱物として斜長石以外に少量の黒雲母が認められる。微晶については，美蔓系 B と赤井川系の一部を除き，北海道内では無いか，極少量認められるのみである。美蔓系 B・赤井川の一部および東北地方の西青森系・月山系では微晶が多く，斜長石を主体とするが他に黒雲母も多く認められる。なお，月山系には微晶に極少量だが角閃石が認められるものがある。岩木山系では微晶は少ないが，斜長石以外に黒雲母が認められる。晶子は，赤石山山頂の一部と赤井川系を除き，今回検討の対象とした北海道内の黒曜石には多く認められ，トリカイトおよびマルガライトが多く存在することが特徴と言える。赤井川系では他の北海道の原産地に比

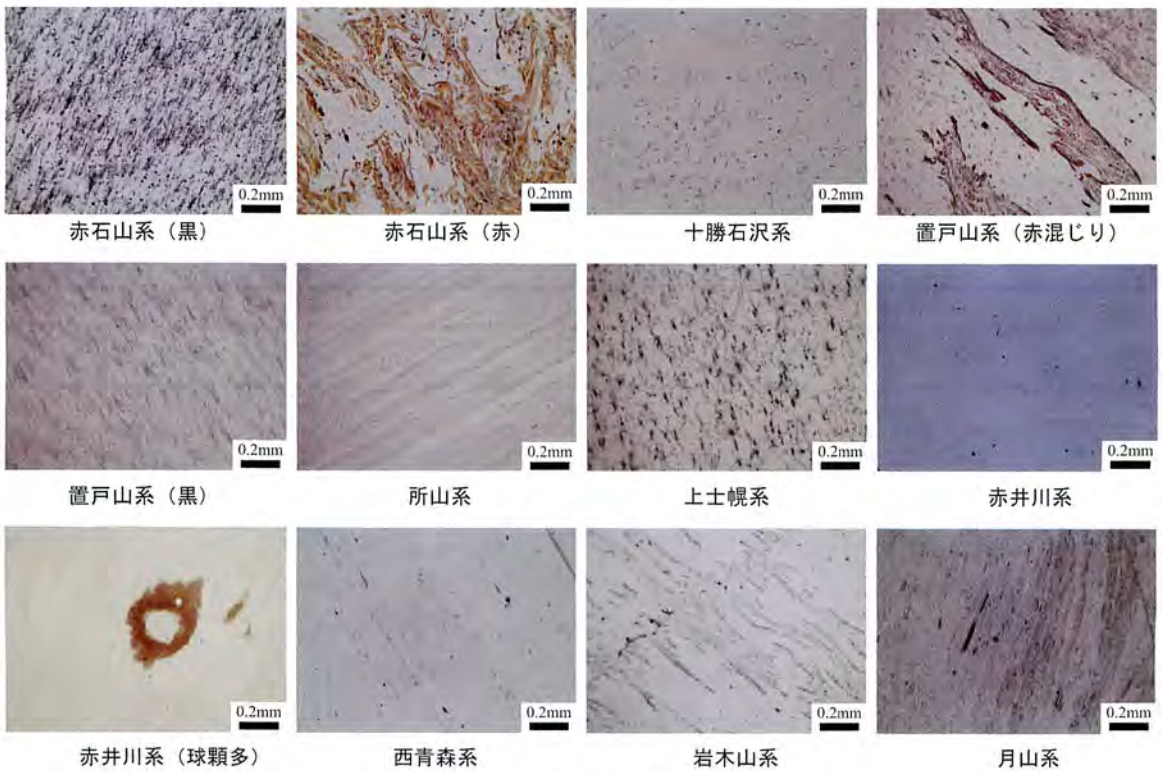

図 5　北海道・東北地方の黒曜石薄片写真
Fig. 5　Obsidian prepared slide photographs in the Hokkaido and Tohoku district

べ晶子の量は少なく，トリカイトは少し認められるがマルガライトは全く認められない。東北地方では，西青森系では晶子は無く，岩木山系および月山系では中量程度認められ，グロビュライトもしくはクラバライトが大半である。晶子形態と言う点では北海道地方とは明らかな違いが認められると言える。北海道の黒曜石には黒味が強く透明感の弱いものが多いが，晶子が多いことに原因が求められると考えられる。

上士幌系は黒味が強く，薄い部分でも透明感が弱い。極めて薄くすると黒く不透明な部分と透明な部分が平行に配列しているのが確認できる。一方，西青森系は黒味が弱く，薄い部分には明瞭な透明感が認められる。この見かけの違いは，上士幌系には多くの晶子が存在するのに対し，西青森系には微晶が存在し，晶子は存在しないことにあると推測される。

6．蛍光X線分析装置による黒曜石製遺物の原産地推定方法

6.1　遺物の測定

遺跡から出土した黒曜石製遺物は多くの場合新鮮で平滑な剥離面があるため，資料表面をメラミンスポンジとアルコールで洗浄してから測定を行う。特に汚れがひどい試料のみ超音波洗浄器を用いる

装置・測定条件については，測定時間を300secとした以外は，産出地試料と全て同じである。

6.2　黒曜石原産地の判別

判別図は，視覚的に分類基準が捉えられる点，および判定基準が分かりやすいというメリットがある。また，測定結果の提示に際し，読者に理解しやすいという点も有効であろう。まず，各産出地採取試料（基準試料）の測定データを基に，Rb分率図（Rb分率 vs Mn強度×100/Fe強度）とSr分率図｛Sr分率 vs Log（Fe強度/K強度）｝の2種類の散布図を作製し，各原産地を推定するための判別域を決定した。基準試料の測定強度比の平均値を表4に示す。

判別図や測定値の比較による原産地の推定は，測定者ごとの恣意的な判断を完全に排除することは難しい。そこで，多変量解析の一つである判別分析を行った。判別分析では，上記の判別図に用いた4つのパラメータとZr分率を基にマハラノビス距離を割り出し，各原産地に帰属する確率を求めた。距離と確率とは反比例の関係にあり，遺物との距離が最も短い原産地が第一の候補となる。なお，分析用ソフトには明治大学文化財研究施設製；MDR1.02を使用した。また，判別結果の参考資料として，原産地間のマハラノビス距離を提示した（表5）。

表4　北海道・東北地方における黒曜石原産地の測定値（強度比）
Table 4　The measurement values of obsidian sources in the Hokkaido and Tohoku district (intensity ratios)

原産地		Rb分率	Sr分率	Zr分率	Mn×100/Fe	Fe/K
名寄系A	平均値:	29.7537	23.6412	34.3162	2.2141	2.4215
	標準偏差:	0.7108	0.8035	0.9415	0.0829	0.0480
名寄系B	平均値:	35.0160	12.2551	33.0371	1.5182	1.8729
	標準偏差:	0.9195	1.0046	0.9672	0.0934	0.0192
赤石山系	平均値:	45.7664	10.0132	24.1049	3.7198	1.5504
	標準偏差:	1.2349	1.0095	1.3307	0.1646	0.0794
十勝石沢系	平均値:	52.9377	4.1244	19.3923	4.5584	1.4756
	標準偏差:	1.3524	1.1617	1.3921	0.1984	0.0551
社名淵系	平均値:	30.2641	13.2162	38.9971	3.2117	2.1990
	標準偏差:	0.8816	1.2048	1.0732	0.0710	0.0549
生田原系	平均値:	29.9501	9.9136	45.2816	1.6218	2.1607
	標準偏差:	0.7261	0.8659	1.0769	0.0764	0.0368
置戸山系	平均値:	26.3332	21.4051	39.7428	3.0632	2.5928
	標準偏差:	0.9497	1.1852	1.4920	0.1002	0.0722
所山系	平均値:	35.9048	18.2744	30.8342	3.3109	1.6550
	標準偏差:	0.7709	0.6553	1.2050	0.1101	0.0587
ケショマップ系	平均値:	27.4629	26.9593	32.7543	2.7992	2.9828
	標準偏差:	0.8778	1.2469	0.8256	0.1503	0.0823
旭川A・滝川A系	平均値:	30.9184	26.6046	29.0040	3.1132	2.5096
	標準偏差:	0.8236	0.7619	0.9037	0.0999	0.0509
旭川系B	平均値:	25.8697	31.4046	31.2062	3.0081	3.7047
	標準偏差:	0.7072	0.6284	0.7014	0.0559	0.0732
上士幌・美蔓系A	平均値:	39.9847	14.8560	25.9739	3.8352	1.5897
	標準偏差:	1.1337	0.9090	1.3357	0.1479	0.0722
美蔓系B	平均値:	31.3424	25.1141	29.5828	2.4327	2.6444
	標準偏差:	0.8858	1.0460	1.1736	0.0653	0.1910
赤井川系	平均値:	38.5337	16.0295	27.7024	4.9191	1.4723
	標準偏差:	0.9718	0.7772	0.9122	0.0871	0.0257
豊浦系	平均値:	24.1353	26.0230	36.7779	4.3528	2.1345
	標準偏差:	0.7106	0.8021	1.2741	0.1144	0.0633
小泊系	平均値:	46.1558	11.6522	26.4523	3.5480	1.1322
	標準偏差:	1.1248	0.7241	1.3359	0.1344	0.0351
西青森系	平均値:	39.8634	17.4785	25.3330	3.7297	1.6638
	標準偏差:	1.1538	0.6880	1.2821	0.0910	0.0466
岩木山系	平均値:	28.6932	28.8478	25.5718	13.0853	1.4999
	標準偏差:	1.0615	1.2467	1.8243	0.2732	0.0519
深浦系	平均値:	15.9282	0.8445	72.4872	2.2187	3.1590
	標準偏差:	0.6295	0.5987	0.9642	0.0786	0.0942
男鹿系	平均値:	39.7524	22.3348	22.4860	16.5969	1.0044
	標準偏差:	0.9803	0.8583	1.1409	0.2145	0.0176
北上系A	平均値:	20.1697	23.1795	41.5749	3.8356	3.3901
	標準偏差:	1.0068	1.0523	0.7935	0.1616	0.1469
月山系	平均値:	31.2260	27.9897	26.3487	12.0212	1.2725
	標準偏差:	1.5468	1.7772	1.8060	0.4349	0.0583
湯の倉系	平均値:	9.9449	34.5470	45.6851	2.6079	11.1882
	標準偏差:	0.8778	0.9475	1.0028	0.0882	0.5939
色麻系	平均値:	7.4069	31.9098	48.0472	5.4724	9.8244
	標準偏差:	0.9048	1.4642	1.3183	0.1660	0.4566
土蔵系	平均値:	8.6006	39.3318	39.8843	2.4199	27.4539
	標準偏差:	1.6344	1.6544	0.8279	0.0691	2.2347
馬場町北系	平均値:	7.9182	37.3742	41.7619	2.9150	17.7343
	標準偏差:	1.2814	1.4128	1.1156	0.0644	1.1109

7．北海道・東北地方における黒曜石原産地の判別

黒曜石原産地は，北海道地方が11地区，東北地方が

表5　判別分析における群間距離（マハラノビス距離）

Table 5　The distance between obsidian sources of discriminant analysis (Mahalanobis' generalized distance)

	名寄系A	名寄系B	赤石山系	十勝石沢系	社名淵系	生田原系	置戸山系	所山系	ケショマップ系	旭川A・滝川A系	旭川系B	上士幌・美蔓系A	美蔓系B	赤井川系	豊浦系	小泊系	西青森系	岩木山系	深浦系	男鹿系	北上系A	月山系	湯の倉系	色麻系	土蔵系	馬場町北系
名寄系A	0	935	467	761	374	366	107	304	96	279	2963	350	125	1571	574	1166	388	2129	2160	5957	940	863	1366	2874	3003	2209
名寄系B	935	0	337	479	1387	192	1054	491	353	1621	6439	367	1805	2699	1504	751	1141	3473	2335	5035	1893	1511	2130	4320	5631	3094
赤石山系	467	337	0	73	608	2195	1199	409	2215	2576	5554	40	1958	386	1706	278	184	3062	5788	3957	1263	1296	3208	4455	3549	1860
十勝石沢系	761	479	73	0	1127	4155	2050	1408	4662	4394	12156	282	6490	491	2727	549	451	3250	9006	3929	1426	1476	5463	5105	4225	2048
社名淵系	374	1387	608	1127	0	495	180	260	416	489	1267	171	1621	1234	421	708	300	2176	2115	4592	464	1005	1422	2745	3864	1296
生田原系	366	192	2195	4155	495	0	679	684	387	1822	5441	563	1043	3454	1061	943	1339	3086	1131	5551	1521	1417	1711	3621	6658	2367
置戸山系	107	1054	1199	2050	180	679	0	340	99	279	596	302	1097	1565	180	1040	404	1737	1943	6061	341	771	939	2206	2833	1313
所山系	304	491	409	1408	260	684	340	0	753	995	3224	62	552	504	731	270	51	2584	3801	3925	1274	961	1878	3593	3169	2035
ケショマップ系	96	353	2215	4662	416	387	99	753	0	229	404	401	426	1938	338	1771	651	1595	2411	7428	398	729	928	2088	1871	1535
旭川A・滝川A系	279	1621	2576	4394	489	1822	279	995	229	0	884	271	628	1133	325	1332	403	1664	3039	5826	685	683	1240	2454	1862	1753
旭川系B	2963	6439	5554	12156	1267	5441	596	3224	404	884	0	652	1193	3316	513	2732	1372	1402	2874	10362	311	738	740	1580	1181	1275
上士幌・美蔓系A	350	367	40	282	171	563	302	62	401	271	652	0	2067	215	975	276	18	2625	5095	3678	1123	1043	2588	3823	3239	1949
美蔓系B	125	1805	1958	6490	1621	1043	1097	552	426	628	1193	2067	0	1484	561	1515	402	1909	2464	6343	762	823	1277	2688	2276	2019
赤井川系	1571	2699	386	491	1234	3454	1565	504	1938	1133	3316	215	1484	0	748	311	211	2207	6788	3070	939	808	3271	3466	3674	2282
豊浦系	574	1504	1706	2727	421	1061	180	731	338	325	513	975	561	748	0	870	762	1389	4269	4274	518	497	1321	2006	2575	1838
小泊系	1166	751	278	549	708	943	1040	270	1771	1332	2732	276	1515	311	870	0	506	4123	6566	5009	2349	1539	3135	5296	4066	2497
西青森系	388	1141	184	451	300	1339	404	51	651	403	1372	18	402	211	762	506	0	2481	4827	3752	1177	960	2385	3709	2882	1983
岩木山系	2129	3473	3062	3250	2176	3086	1737	2584	1595	1664	1402	2625	1909	2207	1389	4123	2481	0	37458	880	6857	65	25945	3467	31792	25800
深浦系	2160	2335	5788	9006	2115	1131	1943	3801	2411	3039	2874	5095	2464	6788	4269	6566	4827	37458	0	10433	2726	1877	1733	2578	11250	1942
男鹿系	5957	5035	3957	3929	4592	5551	6061	3925	7428	5826	10362	3678	6343	3070	4274	5009	3752	880	10433	0	12384	143	48920	7083	57911	46965
北上系A	940	1893	1263	1426	464	1521	341	1274	398	685	311	1123	762	939	518	2349	1177	6857	2726	12384	0	786	793	1260	2381	945
月山系	863	1511	1296	1476	1005	1417	771	961	729	683	738	1043	823	808	497	1539	960	65	1877	143	786	0	20489	3390	25116	20468
湯の倉系	1366	2130	3208	5463	1422	1711	939	1878	928	1240	740	2588	1277	3271	1321	3135	2385	25945	1733	48920	793	20489	0	351	637	156
色麻系	2874	4320	4455	5105	2745	3621	2206	3593	2088	2454	1580	3823	2688	3466	2006	5296	3709	3467	2578	7083	1260	3390	351	0	2733	1819
土蔵系	3003	5631	3549	4225	3864	6658	2833	3169	1871	1862	1181	3239	2276	3674	2575	4066	2882	31792	11250	57911	2381	25116	637	2733	0	144
馬場町北系	2209	3094	1860	2048	1296	2367	1313	2035	1535	1753	1275	1949	2019	2282	1838	2497	1983	25800	1942	46965	945	20468	156	1819	144	0

表6　北海道・東北地方における黒曜石原産地の区分

Table 6　The classification of obsidian sources in the Hokkaido and Tohoku district

	地区(area)	系(series)	産出地(district)	産出量
a)北海道地方	名寄地区	名寄系	智恵文川，忠烈布川，朝日川，下川橋	△
	白滝地区	赤石山系	赤石山，八号沢，球顆の沢，幌加沢，流紋沢川，幌加蜂の巣沢，幌加湧別川，湧別川	◎
		十勝石沢系	十勝石沢露頭，十勝石沢川，白土の沢，あじさいの滝，IK露頭，幌加蜂の巣沢，幌加湧別川(野宿の沢)，湧別川	◎
	社名淵地区	社名淵系	サナブチ川，湧別川	△
	生田原地区	生田原系	仁田布川，背谷牛山南東麓	○
	置戸地区	置戸山系	置戸山，訓子府川，墓地の沢川，常呂川	○
		所山系	所山，オンネアンズ川，墓地の沢川，常呂川	○
	ケショマップ地区	ケショマップ系	ケショマップ川，武利川(七ノ沢)	△
	旭川地区	旭川系	高砂台(雨粉台)，近文台，	−
	滝川地区	滝川系	江部乙，秩父別，大和，美葉牛	−
	十勝地区	上士幌系	十一の沢，タウシュベツ川，芽登川，旭ヶ丘，居辺川，音更川	○
		美蔓系	鎮練川，十勝川，佐幌川	△
	赤井川地区	赤井川系	土木川	○
	豊浦地区	豊浦系	豊泉	△
b)東北地方	小泊地区	小泊系	小泊中学校，折腰内	−
	西青森地区	西青森系	鷹森山，天田内川，新城川	−
	岩木山地区	岩木山系	出来島，鳴沢川(建石町)，中村川，鶴ヶ坂	△
	深浦地区	深浦系	六角沢，岡崎浜	△
	男鹿地区	男鹿系	金ヶ崎，脇本	○
	北上地区	北上系	雫石(小赤沢)，折居，花泉	−
	月山地区	月山系	田代沢・大越沢，長防山，上野新田(小野木山)	○
	湯の倉地区	湯の倉系	湯の倉	−
	色麻地区	色麻系	東原	△
	秋保地区	土蔵系	土蔵，水上南	−
		馬場町北系	馬場町北	○

産出量：◎　多，○　有，△　少，−　極少

10地区の計21地区となる。それでは，黒曜石原産地の判別に用いる系の区分について検討する。定量分析の結果から，地区を構成する系についてハーカー図を複合的に用いることで識別することが可能であった。次に定量・定性分析結果の相関性を検討した結果では，相関の良い元素を用いることで再現性の良い判別分析が可能であるという見通しを得られた。さらに，定量・定性分析値を用いて作製した判別図の相関性も非常に高く，判別図に基づく原産地推定に対する定量的な裏付けを得られたと考えられる。こうした成果と火山地質的情報を踏まえて，黒曜石の原産地推定に用いる系として，北海道地方を14系，東北地方を11系に区分した（表6）。北海道地方では，名寄地区は名寄系で構成され，更に化学組成からA・B（朝日川の一部）に細分した。白滝地区は，赤石山系と十勝石沢系で構成される。社名淵地区は社名淵系，生田原地区は生田原系である。置戸地区は置戸山系と所山系で構成される。ケショマップ地区はケショマップ系で構成される。旭川・滝川地区はやや複雑であり，地形・地質情報に基づき旭川系と滝川系に区分し，さらに化学組成から両系ともA・Bに細分した。だが，旭川

系Aと滝川系Aは化学組成が酷似しているため，判別図および判別分析で識別することは困難である。これは，両系とも石狩川流域の砂礫層から産出することに起因していると考えられるので，ここでは旭川A・滝川系Aとして一括して扱う。なお，滝川系Bは非常に産出量が少なく，そのため判別図上にはプロットしたが，判別分析の母集団とするだけの試料が確保できなかったので，判別分析からは除外した。十勝地区は，上士幌系と美蔓系で構成され，美蔓系は化学組成からA・Bに細分した。ところで，美蔓系は美蔓台地とその周辺から産出しており，十勝三股周辺から産出する上士幌系とは供給源がことなると考えられるために設定した。しかし，上士幌系と美蔓系Aは化学組成が酷似しており，判別図・判別分析による識別が困難であることから，上士幌・美蔓系Aとして一括して扱う。赤井川地区は赤井川系，豊浦地区は豊浦系で構成される。

東北地方では，小泊地区は小泊系で構成される。西青森地区は，鷹森山・天田内川・新城川から産出する黒曜石で構成された西青森系である。鶴ヶ坂から産出される黒曜石は，化学組成から後述する岩木山系に含めた。岩木山地区は岩木山系，深浦地区は深浦系，男鹿地区は男鹿系で構成される。北上地区は北上系で構成され，更に化学組成からA・B（花泉の一部）に細分した。なお，北上系Bは非常に産出量が少なく，そのため判別図上にはプロットしたが，判別分析の母集団とするだけの試料が確保できなかったので，判別分析からは除外した。月山地区は月山系，湯の倉地区は湯の倉系，色麻地区は色麻系で構成されている。秋保地区は土蔵系と馬場町北系とで構成されている。

なお，上士幌・美蔓系Aと西青森系の全岩化学組成は非常に近く，判別図による判別は困難であるが，顕微鏡下の観察では違いが明瞭なため，補助的に用いることで誤判別を回避している。

8．蛍光X分析装置（EDX）による原産地推定の特徴

黒曜石の理化学的分析による原産地推定は，古くから行われており，欧米では1960年代にはすでに実施されている（Cann・Renfrew 1964など）。日本では，近堂ほか（1980）や鎌木ほか（1984）などの分析事例がある。近年の北海道・東北地方における原産地推定に関わる分析事例では，WDXとEDXを併用した分析（吉谷ほか2001b），EPMAによる分析（和田・向井2007など），機器中性子放射化分析（INAA）による分析（戸村ほか2003，Kuzmin・Glascock 2007）が挙げられる。このほか，EDXを用いた藻科による分析（藻科2004など）は非常に多く行われている。これらの特徴は，EPMAは試料室が小さく，表面研磨や炭素蒸着など分析試料の前処理を必要とし，極小な電子ビームによるダメージがあるので基本的には破壊分析に属し，黒曜石の主成分を分析するのに適している。また，分析は点分析のためローカルな値であり，測定点を増やして平均化する必要があろう。INAAは，化学分解をしない点では非破壊であるが，分析後試料は放射性廃棄物となる。他に原子炉指定の照射カプセルや測定器などの制約もある。また，試料の量が多いと照射する放射線が強くなり測定することができなくなるため，1g程度までが一般的である（Filby et al. 1970；Gordon et al. 1968）。さらに，放射化分析を行うための設備は限定されており，測定元素の半減期に応じた時間がかかる。蛍光X線分析装置は非破壊で行えるが，WDXは機械的な制約により試料室が狭い機器が多い。EDXは試料室が比較的広く設定されており，遺物の分析にも転用が容易である。また，分析時間は遺物の前処理や測定時間で比較すると多元素を同時に測定できることもありEDXが最も優れている。だが，分析確度では，EDXが最も劣り，本報告で採用している定性分析による方法では，測定結果のばらつきも大きいだけでなく，他の機器による分析結果との比較はもとより，同一機種との比較も容易ではない。

以上のように，全ての機器には特性により一長一短がある。そうした中で，遺跡から出土する大量の遺物に対して，EDXを用いた測定は非破壊・短時間で可能であり，しかも機械操作も容易である。そして定量分析と比較したように，原産地推定を行えるだけの再現性は確保できるEDXを用いた原産地推定が，現時点での最良の選択肢であると考えられる。それは，非破壊で分析しなければならないが故の定性分析であり，非破壊では試料の問題（マトリックスや形状の不均一）が絶えず付きま

とい，たとえ WDX を用いても同じである。このように，黒曜石製遺物の原産地推定は様々な問題を内包しており，定量分析や他機関とのクロスチェックを実施し統合的な発展を目指す必要があろう。

9．おわりに

北海道・東北地方を中心とした黒曜石製遺物の原産地推定は，これまでは遺跡という限られた範囲から出土した遺物を更に抽出し，それらを分析対象として行われてきた。そのため，一遺跡における分析点数は非常に少なく，特徴的な原産地にのみ注目が集まり，遺跡自体のもつ本来的な原産地構成が明らかにされてこなかったと指摘できる。こうした背景には，一遺跡からの出土点数が非常に多いことや，費用面，分析方法の違いなど様々な要因が挙げられる。そうした研究動向のなかで，関東・中部地方で多くの実績を上げている分析方法の実用化が図れた意義は大きいと考えられる。これによって，統計学の導入を促すだけでなく，遺跡に残された石器製作の痕跡を原産地構成としてより客観的に認識することも可能となる。こうした遺跡の情報を積み重ねることによって，石材の獲得から消費という石器時代の人類活動―石材流通―を明らかにすることができる。

これまで北海道では，網走郡美幌町の遺跡（金成・杉原 2006）や，常呂郡置戸安住遺跡（金成ほか 2007；杉原ほか 2009）の分析を通して，複雑な黒曜石原産地の利用状況を把握し，旧石器時代における黒曜石原産地の相互利用的な流通網の可能性を指摘している。青森県三内丸山遺跡の分析（杉原・鈴木 2005：縄文時代前期中葉～中期末）では，東北地方の原産地である岩木山系などの他に，北海道地方の赤井川系，赤石山系，置戸系などが認められている。また，青森県ムシリ遺跡の分析（齋藤ほか 2008：縄文時代早期後半）でも所山系という結果を得ている。ムシリ遺跡の分析遺物は石刃鏃という北東アジアに分布する石器（木村 1992）であり，北海道産の黒曜石流通についてより巨視的な研究が必要になることを示唆している。弥生時代の青森県宇田野（2）遺跡の分析（杉原ほか 2008a）では，分析点数が 19 点と少ないながらも全て北海道の黒曜石原産地という結果が得られている。その他，千葉県和名ヶ谷溜台遺跡の分析（阿部ほか 2008：縄文時代中期末葉～後期初頭）では，信州産や神津島産の原産地と伴に 1 点ではあるが深浦系が認められている。東北地方と関東地方の関係を考える上でも重要な分析結果であると考えている。

以上，数例の事例を紹介しただけでも，北海道・東北地方の黒曜石流通は非常に複雑であり，分布範囲も広いことが明らかである。しかし，定量的に扱うことができる分析データはまだ少ない。今後は，更なる分析データの蓄積と分析精度の向上を図り，北海道・東北地方の黒曜石原産地について時空間的な流通を明らかにしていく必要がある。そのためには，より考古学と一体となった分析方法の確立を図る必要もことはいうまでもない。

なお，黒曜石製遺物の原産地推定は，明治大学文化財研究施設に設置されている「黒曜石原産地推定システム」で行ったものである。このシステムは，全国を対象としており，北海道・東北地方以外では，関東・中部地方，隠岐・九州地方も運用可能である。

謝　辞

この論文を草するにあたり，北海道教育委員会の長沼孝氏と遠軽町教育委員会の松村愉文氏には現地調査に同行して頂き，ご意見を伺った。青森県立郷土館の齋藤岳氏と島口　天氏には青森市周辺の黒曜石産出地を教えて頂き，黒曜石試料の提供を受けた。このほか黒曜石原産地のフィールド調査では多くの方々にお世話になった。宮城県登米高校の佐々木繁喜氏には，東北各地の黒曜石産出地についての情報をお寄せ頂き，黒曜石試料の提供をお願いした。また本論は，現富士常葉大学准教授の嶋野岳人氏，元明治大学実験助手補の鈴木尚史氏による成果を基盤として成り立っているものである。元明治大学文化財研究施設の神代知子氏，石井杏奈氏，藤森靖枝氏，同施設の弦巻賢介氏，佐藤裕亮氏，金木利憲氏には，蛍光 X 線分析装置による操作をお願いした。同施設の太田陽介氏・入江千晶氏には操作以外にも，図版作製や論文推敲など非常に御手を煩わせた。文末であるが，ここに厚くお礼申し上げる。

なお，この研究は文部科学省の学術フロンティア推進事業（私立大学学術高度化推進事業）「環境変遷史と人類活動に関する学際的研究（平成 18～22 年度）」の研究

費を使用して行われたものである。

註

1）岩石学的には「黒曜岩」だが，考古学分野の慣例に従い「黒曜石」と呼ぶ。

2）和田ほか（2009）や遠軽町，白滝黒曜石遺跡ジオパーク構想の作成した白滝ジサイトマップでは「幌加湧別カルデラ」の名称を使用している。

3）IK とは発見者の石川定幸氏と菊池猛俊氏のイニシャルである。

4）＃は Rb＋Sr＋Y＋Zr の略である。

引用・参考文献

青森県農林水産部農村整備課 2004『土地分類基本調査「川原平」（5万分の1）』，35p.

青森県農林部土地改良第一課 1987『土地分類基本調査「五所川原」（5万分の1）』，47p.

赤松守雄・本吉春雄・右代啓視 1996「オホーツク海底上で採集される黒耀石礫とその意義」北海道開拓記念館研究紀要，24，pp.9-16.

旭川市博物館 2003『黒曜石展―産地を巡って―』第36回企画展，61p.

阿部芳郎・杉原重夫・金成太郎・望月明彦 2008「千葉県松戸市和名ヶ谷溜台遺跡出土黒曜石製遺物の産地推定」松戸市文化財調査報告　和名ヶ谷溜台遺跡　第1地点発掘調査報告書，43，pp.73-76.

五十嵐芳郎 1968「秋田産黒耀石」出羽路，38，pp.47-50.

石井英一・中川光弘・斎藤　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，pp.348-365.

磯村朝次郎 1972「男鹿半島産の黒曜石の原石について」男鹿半島研究，1，pp.17-20.

磯村朝次郎 1993「男鹿半島における石器原石の採取地について」日本海域文化研究所所報，2，pp.1-3.

磯村朝次郎 1994「再び男鹿半島における石器原石について」日本海域文化研究所所報，3，pp.1-2.

井上真理子 1976「黒曜石の産地同定－化学分析を中心にして－」東北考古学の諸問題，pp.151-167.

井上真理子 1985「大木囲貝塚出土の黒曜石製石器の原石起源について」北奥古代文化，16，pp.1-31.

井上真理子 1989「縄文時代の物と人の動き―東北地方の黒曜石原石産地と大木囲貝塚との関係―」考古学論叢，2，pp.225-249.

大口健志・鹿野和彦・小林紀彦・佐藤雄大・小笠原憲四郎 2008「男鹿半島の火山岩相―始新世～前期中新世火山岩と戸賀火山」日本地質学会第115年学術大会見学旅行案内書，pp.17-32.

大沢眞澄 1991「黒曜石の化学組成：遺跡出土黒曜石石器の原産地推定の基礎として」平成2年度科学研究費補助金（一般研究B）研究成果報告書，69p.

太田良平・上村不二雄・大沢あつし 1954『5万分の1地質図幅「仁木」および同説明書』北海道開発庁，55p.

大場利夫・松下　亘 1965「北海道の先土器時代」日本の考古学　先土器時代，I，pp.174-197.

大場与志男・石原慈子 2000「山形県月山周辺の黒曜石・パーライト」山形大学紀要（自然科学），14[4]，pp.161-168.

奥海　靖・前田勝春 1963「青森県小泊村および市浦村のパーライト」東北の工業用鉱物資源，3，pp.234-237.

小貫義男・三位秀夫・島田昱郎・竹内貞子・石田琢二・斎藤常正 1963「青森県津軽十三湖地域の冲積層」東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告，58，pp.1-36.

鎌木義昌・東村武信・藁科哲男・三宅　寛 1984「黒曜石，サヌカイト製石器の産地推定による古文化交流の研究」古文化財の自然科学的研究，pp.333-359.

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，pp.1-20.

金成太郎・杉原重夫・長井雅史・柴田　徹 2007「北海道における黒曜石の原産地に関する定量・定性分析」日本文化財科学会第24回大会研究発表要旨集，pp.232-233.

北村　信・大沢　穠・石田琢二・中川久夫 1981『「古川地域の地質」地域地質研究報告（5万分の1図幅）』地質調査所，32p.

木野義人 1963「表層地質説明書」『土地分類基本調査　地形・表層地質・土じょう調査「水沢」（5万分の1）』経済企画庁，pp.1-42.

北里　洋 1975「男鹿半島上部新生界の地質および年代」東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告，75，pp.17-49.

木村英明 1992「北海道の石刃鏃文化と東北アジアの文化」季刊考古学，38，pp.43-47.

木村英明 1995「黒曜石・ヒト・技術」北海道考古学，31，pp.3-63.

黒木貴一 1995「岩木山北麓の火山麓扇状地」季刊地理学，47[4]，pp.285-301.

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」および同説明書』北海道開発庁，35p.

小林紀彦・大口健志・鹿野和彦 2008「東北日本，男鹿半島門前層層序の再検討」地質調査研究報告，59，pp.211-224.

近堂祐弘 1985「北海道・東北地域の黒曜石研究」考古学ジャーナル，24，pp.7-11.

近堂祐弘・勝井義雄・戸村健児・町田　洋・鈴木正男・小野　昭 1980「黒曜石石器の年代測定と産地分析」考古学・美術史の自然科学的研究，pp.68-81.

齋藤　岳・杉原重夫・金成太郎・太田陽介 2008「青森県ムシリ遺跡・十腰内（2）遺跡出土黒曜石製遺物の原産地推定」青森県立郷土館調査研究年報，32，pp.11-24.

酒匂純俊・浅井　宏・金山喆祐 1964『5万分の1地質図幅「北見富士」および同説明書』北海道開発庁，31p.

佐々木繁喜 1979「十勝石について」十勝考古，3，pp.11-24.

佐々木繁喜 1997「東北地方の黒曜石」岩手考古学，9，pp.45-83.

佐島三郎 1975「胆沢扇状地出土の黒耀石」ふるさと，36，pp.1-3.

佐野貴司 2002「蛍光X線分析装置を用いた火成岩中の主成分および微量成分の定量」富士常葉大学研究紀要，2，pp.43-59.

沢村孝之助・秦　光男 1965『5万分の1地質図幅「留辺蘂」および同説明書』北海道開発庁，46p.

島口　天・齋藤　岳・柴　正敏 2009「弘前市中村川支流の孫産童子沢に分布する凝灰岩産黒曜石」青森県立郷土館研究紀要，33，pp.35-38.

白石建雄・白井正明・西川　治・鈴木隼人・古橋恭子・星多恵子 2008「男鹿半島―能代地域の地形と第四系」日本地質学会第115年学術大会見学旅行案内書，pp.33-50.

庄司力偉 1958「宮城県北西部亜炭田地域の地質―鮮新統に発達する堆積輪廻の生成に関する研究―」東北鉱山，5，pp.1-25.

神保小虎 1886「談話　黒曜石比較研究緒言」人類学会報告，2，p24.

神保　悳・吉田　昭・島崎恵造・玉ノ井正俊 1964「表層地質各論」『土地分類基本調査　地形・表層地質・土じょう調査「湯殿山」（５万分の１）』経済企画庁，pp.1-23.

杉原重夫 2003「日本における黒耀石の産出状況」駿台史学，117，pp.159-174.

杉原重夫・小林三郎 2004「考古遺物の自然科学的分析に関する研究―黒耀石産出地データベース―」明治大学人文科学研究所紀要，55，pp.1-83.

杉原重夫・鈴木尚史 2005「青森県三内丸山遺跡出土―縄文時代黒曜石遺物の産地推定―」特別史跡三内丸山遺跡年報，９，pp.22-35.

杉原重夫・小林三郎 2006「文化財の自然科学的分析による文化圏の研究」明治大学人文科学研究所紀要，59，pp.43-94.

杉原重夫・小林三郎 2008「考古遺物の自然科学的分析による原産地と流通経路に関する研究―神津島産黒曜石製遺物について―」明治大学人文科学研究所紀要，62，pp.97-229.

杉原重夫・金成太郎・杉野森淳子 2008a「青森県出土黒曜石製遺物の産地推定」青森県埋蔵文化財調査センター研究紀要，13，pp.41-60.

杉原重夫・長井雅史・柴田　徹 2008b「伊豆諸島産黒曜石の記載岩石学的・岩石化学的検討―黒曜石製遺物の産地推定法に関する基礎的研究―」駿台史学，133，pp.45-76.

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，pp.131-150.

鈴木　醇 1955『５万分の１地質図幅「旭川」および同説明書』北海道開発庁，38p.

鈴木隆介 1972「岩木火山の変位」地理学評論，45[11]，pp.733-755.

鈴木隆英 1983「岩手県岩手郡雫石町小赤沢産の黒曜石について」紀要，３，岩手県埋蔵文化財センター，pp.45-78.

鈴木宏行 2007「原産地遺跡における遺跡間変異研究―北海道遠軽町白滝遺跡群出土の小型舟底形石器石器群を対象として―」考古学談叢，東北大学大学院文学研究科考古学研究室　須藤隆先生退任記念論文集刊行会，pp.109-129.

鈴木　守 1964「置戸町の黒曜石」北海道立地下資源調査所報告，32，p.80.

須藤　茂・石井武政 1987『「雫石地域の地質」地域地質研究報告（５万分の１地質図幅）』地質調査所，142p.

高倉　純・出穂雅実・中沢祐一・高瀬克範 1997「常呂川流域における細石刃石器群の採集資料」北海道旧石器文化研究，２，pp.15-24.

高橋兵一・野田素子 1965「宮城県川崎村腹帯北方のパーライト」東北の工業用鉱物資源，5，pp.112-114.

対馬坤六・上村不二雄 1959『５万分の１地質図幅「小泊」および同説明書』地質調査所，37p.

土谷信之・大沢　穠・池辺　穣 1984『「鶴岡地域の地質」地域地質研究報告（５万分の１図幅）』地質調査所，77p.

土居繁雄・松井公平・藤原哲夫 1958『５万分の１地質図幅「豊浦」および同説明書』北海道開発庁，40p.

土井宣夫・越谷　信・本間健一郎 1998「岩手県雫石盆地北―西縁部の地質と活断層群の垂直変位量」活断層研究，17，pp.31-42.

十勝平野，地質図および地形面区分図編集委員会編 1981『十勝平野，地質図および地形面区分図(1/200,000)』.

戸村健児・輿水達司・西本豊弘 2003「中性子放射化分析による礼文島浜中2遺跡出土黒曜石の産地推定」国立歴史民族博物館研究報告，107，pp.189-197.

直江康雄 2009「白滝産黒曜石の獲得とその広がり」旧石器研究，5，pp.11-22.

長井雅史・嶋野岳人・杉原重夫 2008「蛍光X線分析装置による火成岩の主成分・微量成分の定量分析ルーチンの作製とその評価―石器石材の産地推定に関する基礎的研究―」明治大学博物館研究報告，13，pp.69-80.

中川久夫 1961「本邦太平洋沿岸地方における海水準静的変化と第四紀編年」東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告，54，pp.1-61.

西男鹿団体研究グループ 1972「男鹿半島南西部戸賀―門前間の地質」地球科学，26[5]，pp.183-194.

新戸渡隆・鈴木克彦 1983「日本海七里長浜の黒曜石原石採取踏査」考古風土記，8，pp.90-100.

野地正保・渡辺 順・魚住 悟・鈴木 守 1967『5万分の1地質図幅「丸瀬布」および同説明書』北海道開発庁，28p.

深瀬雅幸 2000「男鹿半島，前期中新世流紋岩の岩石学（演旨）」日本地質学会第107年学術大会講演要旨，pp.176.

福田友之・齋藤 岳・島口 天 2008「青森県弘前市中村川上流域の黒曜石産地」青森県立郷土館調査研究年報，32，pp.9-10.

藤岡一男 1973「男鹿半島の地質（付図：5万分の1）」日本自然保護協会調査報告，男鹿半島自然公園学術調査報告，44，pp.5-34.

藤田一世・根本直樹 2002「青森県西津軽地域における鮮新統テフラの対比」地学団体研究会第56回北海道総会プログラム，講演要旨，pp.161-162.

北海道埋蔵文化財センター 1998『白滝遺跡群を掘るⅠ―上白滝8遺跡の調査―』，23p.

北海道埋蔵文化財センター 2001『(財) 北海道埋蔵文化財センター調査報告書 第1分冊（本文編）白滝遺跡群Ⅱ』，409p.

北海道立地下資源調査所 1994『名寄市の地質と地下資源』名寄市，106p.

本多朔郎・清水貞雄 1962「山形県朝日村大網のパーライト」東北の工業用鉱物資源，2，pp.292-295.

松澤逸巳・右谷征靖・川添 熙・春日井昭・木村方一・野川 潔・松井 晋 1978「北部十勝地域」地団研専報 十勝平野，22，pp.142-161.

松澤逸巳・松井 愈・近堂祐弘・瀬川秀良・田中 実・小久保公司 1981『地域地質研究報告 5万分の1地質図幅 釧路（2）第42号「帯広地域の地質」』地質調査所，82p.

宮城県企画部土地対策課 1985『土地分類基本調査「川崎・山形」（5万分の1）』宮城県，63p.

宮城県企画部土地対策課 1993『土地分類基本調査「鳴子・薬莱山」（5万分の1）』，70p.

向井正幸 1999「旭川から産出する黒曜石について」旭川市博物館研究報告，5，pp.43-56.

向井正幸 2003「遠軽町社名淵地域に分布する黒曜石の特徴」旭川市博物館研究報告，9，pp.27-30.

向井正幸 2005a「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，pp.9-20.

向井正幸 2005b「青森県津軽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，11，pp.21-30.

向井正幸 2005c「秋田県男鹿半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，11，pp.31-38.

向井正幸 2006「東日本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，12，pp.27-61.

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，pp.51-64.

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，pp.23-30.

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，pp.47-58.

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」旭川市博物館研究報告，9，pp.19-26.

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，pp.35-40.

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，pp.47-56.

望月明彦 1997「蛍光X線分析による中部・関東地方の黒曜石産地の判別」X線分析の進歩，28，pp.157-168.

百瀬孝美 1975「月山山麓の黒曜石」科学研究発表集録，5，pp.46-50.

山形県企画調整部土地対策課 1979『土地分類基本調査「鶴岡」（5万分の1）』，65p.

山岸宏光・松波武雄 1976『5万分の1地質図幅「糠平」及び同説明書』北海道立地下資源調査所，40p.

山田敬一・寺岡易司・石田正夫 1963『5万分の1地質図幅「生田原」および同説明書』北海道開発庁，42p.

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「丸瀬布北部」および同説明書』北海道立地下資源調査所，110p.

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，pp.80-95.

吉田英人・高橋奈津子 1997「北海道日高帯，幌満マントルダイアピル内での全岩主化学組成と微量成分組成の挙動」岩鉱：岩石鉱物鉱床学会誌，92[10]，pp.391-409.

吉谷昭彦 2004「十勝の黒曜岩」ひがし大雪博物館ブックレット，1，31p.

吉谷昭彦・片山博臣・鈴木邦輝・吉田清人・鈴木　力・涌嶋三奈 1999a「名寄盆地およびその付近に産出する黒曜岩の微量元素からみた化学組成の特徴」北国研究集録，3，pp.37-44.

吉谷昭彦・須田　修・川辺百樹・陶守統一・片山博臣・涌嶋三奈・上村　暁 1999b「十勝地方に産出する黒曜岩の微量元素の組成について」上士幌町ひがし大雪博物館研究報告，21，pp.1-11.

吉谷昭彦・上村　暁・片山博臣 2001a「岩手県内の北上川流域に産出する黒曜岩の微量元素組成について」鳥取大学教育地域科学部紀要　地域研究，3[1]，pp.169-177.

吉谷昭彦・川辺百樹・須田　修・水舟一郎・長畑健三 2001b「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，pp.1-19.

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回大会研究発表要旨集，pp.82-83.

和田恵治・菊池智子・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 回大会研究発表要旨集，pp.34-35.

藁科哲男 2004「三内丸山遺跡出土の黒曜石製石器，剥片の原材産地分析」特別史跡三内丸山遺跡年報，8，pp.13-52.

藁科哲男・東村武信 1988「石器原材の産地分析」鎌木義昌先生古稀記念論集 考古学と関連科学，pp.447-491.

藁科哲夫・谷島由貴 1992「新しく判明した黒曜石の産地」郷土と科学，105，pp.1-6.

Cann, J. R. and Renfrew, C. 1964 The Characterization of Obsidian and its application to the Mediterranean Region. PROCEEDINGS OF THE PREHISTORIC SOCIETY, 30, pp.111-133.

Filby, R. H., Haller, W. A. and Shah, K. R. 1970 Determination of 32 elements in rocks by neutron activation analysis and high resolution gamma-ray spectroscopy. JOURNAL OF RADIOANALYTICAL AND NUCLEAR CHEMISTRY, 5[2], pp.277-289.

Gill, J. B. 1981 OROGENIC ANDESITES AND PLATE TECTONICS, Springer-Verlag, pp.6.

Gordon, G. E., Randle, K., Goles, G. G., Corliss, J. B., Beeson, M. H. and Oxley, S. S. 1968 Instrumental activation analysis of standard rocks with high-resolution γ-ray detectors. GEOCHIMICA ET COSMOCHIMICA ACTA, 32[4], pp.369-396.

Johannsen, A. 1931 A DESCRIPTIVE PETROGRAPHY OF THE IGNEOUS ROCKS, 1, 318p.

Kuno, H. 1966 Lateral variation of basalt magma type across continental margins and island arcs. BULLETINE VOLCANOLOGIQUE, 29[1], pp.195-222.

Kuzmin, Y.V. and Glascock, M. D. 2007 Two Islands in the Ocean: Prehistoric Obsidian Exchange between Sakhalin and Hokkaido, Northeast Asia. THE JOURNAL OF ISLAND AND COASTAL ARCHAEOLOGY, 2, pp.99-120.

（2008 年 4 月 21 日受付，2009 年 11 月 30 日受理）

Quantitative and Qualitative Analysis of Obsidian Sources in Hokkaido and Tohoku District

Tarou KANNARI[1], **Shigeo SUGIHARA**[2], **Masashi NAGAI**[1], **Toru SHIBATA**[1]

[1] Cultural Properties Lab, Meiji University; 1-1, Kandasurugadai, Chiyoda, Tokyo, 101-8301, Japan

[2] School of Arts and Letters of Department of Geography, Meiji University; 1-1, Kandasurugadai, Chiyoda, Tokyo, 101-8301, Japan

This study aims to put the presumption of sources of obsidian artifacts in Hokkaido and Tohoku districts to practical use. In the Stone Age, obsidian is a very important material suitable for stone artifacts. Presuming obsidian sources become therefore the clue of solving human strategy.

The obsidian sources in Hokkaido and Tohoku districts were classified into three categories; 'Area' was classified by geomorphology and geology, 'District' was outcrops place that can pick up obsidian now, 'Series' were the criterions of obsidian sources by a petrological opinion. As a result, Hokkaido was classified into 11 areas 14 series and Tohoku 10 areas 11 series.

For sources of obsidian artifact, whole rock chemistry of obsidian sources was measured by wavelength dispersive X-ray spectrometry (WDX) and then was compared to the qualitative analysed result by energy dispersive X-ray spectrometry (EDX). As a result, a positive correlation roughly was accepted among the values. Really, Rb×100/#, Sr×100/# and Zr×100/#, etc comparatively showed a good correlation. By these elements, Rb diagram and Sr diagram were drawn. By the discrimination diagrams and multivariate statistical analysis, the artifact made of obsidian in Hokkaido and Tohoku district were identified.

Picked up obsidian in sources was observed by the naked eye and a microscope. As a result, the characteristic observed by microscope was similar to by the naked eye. It was understood that the obsidian observing was effective at the sources of obsidian artifact.

This result was a productivity increase. The utility conditions of obsidian sources in Hokkaido and Tohoku district were apparent by some analysis reports. It was consider obsidian's distribution was obvious by continuous analysis.