

旭川市博物館研究報告
第 23 号

旭川市科学館研究報告
第 12 号

2016 年度

■北海道地方から産出する黒曜石ガラスの主成分化学組成について

向井正幸 …………… 1

■石狩川水系忠別川におけるサクラマスとシロザケの産卵床数の2016年の記録

山田直佳・福澤博明・戸嶋忠良・向井正幸 …………… 25

■旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について

出羽 寛・成田一芳・舟橋 健・橋本朋幸 …………… 29

北海道地方から産出する黒曜石ガラスの主成分化学組成について

Chemical compositions of the obsidian glasses produced from Hokkaido, Japan .

向井 正幸^{※1}

Masayuki Mukai

[Abstract] In the Hokkaido area, I was able to confirm the place of origin of obsidian in 16 regions and areas. And I was able to classify obsidian of 23 kinds of different chemical composition using wavelength dispersive X-ray spectrometer Electron Probe Micro Analyzer. This means that if you analyze the chemical composition of the unknown obsidian, it will be possible to identify the place of origin of obsidian. Long ago, people used stone tools made of obsidian. Therefore, you can identify the place of origin of obsidian by analyzing stone tools. It will estimate the propagation path of culture and technology of people of ancient times and will explore the exchange and trade of people of ancient times.

黒曜石（黒曜岩）は、ほとんどの場合、流紋岩質～デイサイト質の組成を持つガラス質火山岩である他、ロシア極東プリモリーエ地域から産出し安山岩組成を示す、いわゆる“苦鉄質黒曜石”（Mafic Obsidian）もここ5年前から研究者の間で知られるようになってきている（和田ほか2011）、（向井 2012）、（ウラジーミル・K・ポポフ 2014）。これら黒曜石は、肉眼的には新鮮な断面の場合、ガラス光沢を有するが、黒曜石内部に含まれる様々な結晶と晶子の大きさや含有量により、にぶい光沢を呈する他、黒灰色、赤色～赤茶色、玲瓏（れいろう）と呼ばれるような濃青色である場合や、シルバーと呼ばれる細かい柱状結晶の濃集によって銀色に輝く場合とゴールドと呼ばれる金色に輝く場合がある。またメキシコ産のものでは虹のような七色に見えるというレインボーと呼ばれる黒曜石のほか、北空知地方に分布するほぼ無色透明なものの他、希に光をほぼ通さず黒色になるものがあるなど、色彩においてもバラエティに富んでいる天然のガラスである。

更に、北海道赤井川村産で代表されるように数mm程度の白色の球顆が集まる他、約0.01mm前後の顕微鏡サイズの長柱状結晶や晶子が縞状に配列・濃集することで肉眼的に流理構造となって産出するものや、同じく北海道遠軽町白滝産を決定づけるような球顆そのものが約1.0cm前後に大きく発達することもある。固結した黒曜石は、通常1.0%以下しかH₂O成分を含まず、1.0～10%程度のH₂O成分を含むピッチストーン（ガラス質流紋岩）に一般的な定義の上では区別される。偏光顕微鏡下では、無色のガラスと様々な晶子、すなわち黒い点状のグロビュライトや、それらが数珠のようになったマーガライト、1つの点から多数の放射線のような線を描いて見えるトリカイトなどが観察される他、石英や斜長石、場合によってはごく少量の黒雲母や角閃石や

単斜輝石の結晶、更にはかんらん石微斑晶が観察されるなど一般的な製造された人工のガラスと比較すると自然界における様々な生成条件及び化学組成によって様々な鉱物が含まれていることがわかる。

またガラス質火山岩である黒曜石の内部にはほとんどの場合、元となった溶岩の冷却・固化に伴い“永久歪み”が存在する。そのため破壊時には貝殻状断口と呼ばれる扇形状、若しくは円形の窪んだ特徴的な形状をした割れ口ができ易く、且つ鋭利な切片になることが多い。ただし、再加熱し徐冷した場合、この永久歪みは消失し力学的に均一化され、割れ口は平面状若しくは波打ったカーテン状に変化することがこれまでの加熱・冷却実験から知られている（向井, 2003）。このように他の岩石にはあまり現われない特異性とその加工のし易さから、黒曜石は古くから現在に至るまで人々の関心を集めて来た岩石である。特に先史時代においては、細石刃をはじめ尖頭器・石鏃など様々な剥片石器の材料として積極的に利用されるなど、当時の人々の日常生活において無くてはならない身近なものであり、且つ重要な石材であったと考えられる。

考古学では従来からそのことに着目して、当時の人々の文化及び交易圏等を探るため、遺跡から数多く発掘される黒曜石製の石器の原産地を調べる試みがなされてきた（堤, 1998）。この黒曜石の産地特定方法は、発掘される黒曜石の石器に含まれる微量成分を中心に元素分析を行って、原産地の黒曜石と比較する蛍光X線分析（藁科・東村, 1983）が利用されている他、フィッシュン・トラック法（FT法）により黒曜石の各原産地の噴出年代と含ウラン濃度を調べ、遺跡から発掘される黒曜石と比較する試み（興水, 1988）（興水, 1991）など様々な方法によって精力的に調べられてきた。

※1 旭川市科学館 学芸員

※1 Asahikawa Science Center curator

このように、これまで黒曜石に関する研究は、岩石学的な研究よりもむしろ考古学的な側面から行われて来た。これに対し、筆者を中心とし、岩石学的な立場からユニークな分析方法として波長分散型電子プローブマイクロアナライザー（以下、EPMAと呼称）を利用し、従来では試みられなかった定量的に黒曜石ガラスの主成分化学組成を測定し分類する方法も短期間で集中的に行われてきた。これによって日本国内から産出する黒曜石ガラスの化学組成の分析・分類については、ほぼ既に確立され（向井ほか，2000），（向井・和田，2001），（向井ほか，2002），（向井・和田，2003），（向井ほか，2004），（向井・和田，2004），（向井・和田，2004），（向井，2005），（向井，2005），（向井，2005），（向井，2006），（向井，2009），（向井，2010），（向井，2014），（向井，2015），最近では、環日本海におけるアジア大陸をも含めた広範囲にわたる先史時代の人々の文化・技術の伝播経路を推定し交易・交流を明らかにしていく事を目的に、九州地方及び山陰地方を含めた黒曜石ガラスの主成分化学組成の分類がなされてきた（向井，2007），（向井，2008），（向井，2011），（向井，2012），（向井，2013）ほか、今後、朝鮮半島にある白頭山起源の黒曜石ガラスの分析・分類を予定しているところである。更に、これらのEPMAによって分析された黒曜石ガラスの主成分化学組成の基礎データを利用し、遺跡から発掘された黒曜石製石器の原産地推定も行われてきている（和田・向井ほか，2003），（和田・向井，2007），（和田・向井ほか，2014），（長谷川ほか，2016）。また、最近では、中性子放射化分析及びエネルギー分散型蛍光X線分析の2種類の分析手法による産地同定手法についても大きな関心を寄せているところである（ジェフリーR. ファーガソンほか，2014）。

今回、北海道内から産出する黒曜石について更に新たな知見を含め16地域・地方において、23種類の組成グループに分類し、更に、これらの結果と現地における地質調査等から黒曜石の原産地、すなわち噴出源も考察したので報告する。

2 黒曜石の産地と産状及び特徴

EPMAによる分析を行った黒曜石試料について、各産地における産状やそこで採取した黒曜石の特徴を以下に記載する。

2-(1) 旭川地域

（試料番号：東鷹栖（B-3, 7~9, 12, 13, 22, 25, 27），東鷹栖（C-3~5, 7, 8, 10, 14~16, 18, 19），台場（A-2, 3, 5））

旭川地域では、3地点23個の分析試料について記載する。

（i）東鷹栖B（Higashitakasu B）

東鷹栖Bは、旭川市の中心部から北方約6.7km離れた近文台（春光台）の東鷹栖8線8号付近に位置する。東鷹栖（B-3, 7~9, 12, 13, 22, 25, 27）は、高規格道路の建設に伴い一時的に露出した新第三紀鮮新世の旭川層下部の砂礫岩・泥岩部層（岡ほか，1997）から採取された。現在、この

地層はその後の調査によって新たに新第三紀鮮新世の高砂台礫層（川上ほか，2009）と分類された。この地層の上部は、更新世初頭のオルドバイ正磁極期（約1.87~1.67Ma）の美瑛火砕流堆積物（池田ほか，1983）によって覆われている。

（ii）東鷹栖C（Higashitakasu C）

東鷹栖Cは、旭川市の中心部から北北東へ約7.6km離れた近文台（春光台）の北東端付近に位置する。東鷹栖（C-3~5, 7, 8, 10, 14~16, 18, 19）も同様に、新第三紀鮮新世の高砂台礫層から採取された。

（iii）台場A（Daiba A）

台場Aは、旭川市の中心部より西方約4.7km離れた雨紛台（高砂台）北部の台場地区に位置する。台場（A-2, 3, 5）は、伊野川によって浸食された高砂台礫層中に二次堆積物として含まれていた。この地層の最上部も美瑛火砕流堆積物によって覆われている。

続いて、旭川地域の黒曜石の特徴について記載する。

東鷹栖（B-3, 7, 9, 12, 13）及び東鷹栖（C-3, 4）の黒曜石は、すべて円礫であり、その表面は数百万年にわたって埋もれていた火山灰質の酸性土壌によって不規則に溶蝕し、深く掘れた皺（むしろ溝という表現が合う）の部分とそれに囲まれるように浅く掘れた皺によって覆われている。表面の触感は、手で触れると見た目以上に引っ掛かる感じを受ける。この黒曜石の表面を電子顕微鏡で観察したところ、表面にバラのトゲのような約30 μ m（0.03mm）ほどの小さな鋭い突起が無数に存在する（未発表）ことが分かり、これが引っ掛かりの一因であると考えられる。また、K-Ar法による年代測定では、3.87 $\pm$ 0.19Maの値が得られ（向井・和田，2002），今後、噴出源を探索する上で重要なデータとなったが、その後の広範囲にわたる調査では噴出源を発見できないでいる。これは噴出源が浸食によって既に消失してしまったか、その後の火山活動、特に火砕流堆積物によって覆われてしまった可能性がある。新鮮な断面は漆黒色をした貝殻状断口を呈し、偏光顕微鏡下では小さな結晶と晶子を多数観察できる。礫は、最大で握り拳よりひと回り大きな円礫もあるが、たいていは数cm程度のものが多く採取できる。なお、これらの地点では球顆を含んだ黒曜石は確認できない。

台場（A-2, 3, 5）は、風化が進み、その表面に水和層が発達し表層全体が白色に変色しているものが多いが、割れた部分の新鮮な面では、前述の東鷹栖地区の黒曜石と同様に漆黒色をした貝殻状断口を呈し、偏光顕微鏡下では小さな結晶と晶子を多数観察できる。礫の大きさは数cm程度のものが多い。

東鷹栖（B-8）及び東鷹栖（C-5, 7, 8, 10, 14~16, 18, 19）は、数cm~10cm程度の円礫であり、深くてやや太い溝によって礫の表面が覆われているものが目立つ。その表面の触感は、手で触れても引っ掛かるような感じをさほど受けない。色は一部黒色を呈する他、灰色を呈するものが目立つ。後者の場合、冷却時におけるマグマの流動を示す流理構造が、黒~灰色の帯状になっているのがよく観察され

る。割れた部分の新鮮な面では貝殻状断口を呈し、偏光顕微鏡下では全体に斜長石の結晶が密集しているのを観察できる。また球顆は確認できない。

東鷹栖 (B-22, 25, 27) は、その表面全体に小さなアパタ状の窪みが見られ、まるで一度高温によって溶けて後、固まったかのような滑らかな触感であり、一見するとテクタイトにも酷似している。光にかざすと透けて見え、透明度が高いのが大きな特徴であり、偏光顕微鏡下においても石英の結晶がわずかに確認できる他、清澄なガラスとして観察される。礫は円礫であり数cm程度のものが多く、球顆はこれまで一切確認できていない。また、これと同じ形態の黒曜石は、北空知地方にもひろく分布している。

2-(2) 北空知地方

(試料番号：美葉牛 (A-1)、碧水 (A-7)、碧水 (B-1)、碧水 (C-11)、中山 (A-9)、中山 (B-3)、大和 (A-11))

北空知地方では、7 地点 7 個の分析試料について記載する。この地方で産出する黒曜石は、ほとんど数cm程度の円礫である。それら黒曜石の表面は、手にしてみると若干引っ掛かる感じを受けるものや、滑らかな触感であるもの、水和層によって少々白濁しているものなどがある。そして、この産地の一番の特徴は、東鷹栖 (B-22, 25, 27) と同様に光にかざすと透けて見え、偏光顕微鏡下においても石英の結晶がわずかに確認できる他、清澄なガラスとして観察されることである。その他、北空知地方からも旭川地域で産出する黒曜石と同様の特性を持つ黒曜石を採取できる。前述の若干、手に引っ掛かる感じを受けるもの、水和層によって少々白濁しているものは、それに相当する場合が多い。これらは地質時代における流水の働きによる黒曜石の移動・拡散を意味しており、人為的要素は一切含まれない。この地方では、北竜町・雨竜町・秩父別町・深川市・赤平市・滝川市といった雨竜川流域や石狩川流域で黒曜石の礫を地層中から採取でき、下流域では新十津川町付近まで採取できるが、それより南側ではこれまでの調査では確認できていない。また平野部の他に北竜町周辺では丘陵地帯～山間部でも黒曜石の礫を採取でき、海水準の変化や地殻変動などの時期を考察する上でも大変興味深い。絶対年代が判明している旭川産と同様の黒曜石を示準化石のように使うとより一層、詳細な地史が判明するであろう。

(i) 美葉牛A (Bibaushi A)

美葉牛Aは、北竜町碧水から北西へ約4.5km付近に位置する。美葉牛 (A-1) は、第四紀更新世の低位段丘堆積層、すなわち礫、砂、凝灰質の粘土からなる地層中から採取された。量は少ない。

(ii) 碧水A (Hekisui A)

碧水Aは、同じく碧水から北西へ約1.5km付近に位置する。碧水 (A-7) も更新世の低位段丘堆積層中から採取された。約0.5～1.0cm程度の小さな黒曜石が、雨水によって流され露頭の下に多数集まっていた。

(iii) 碧水B (Hekisui B)

碧水Bは、同じく碧水から北西へ約1.2km付近に位置する。碧水 (B-1) も低位段丘堆積層中から採取された。こ

では約0.5～1.0cm程度のものが少量採取可能である。

(iv) 碧水C (Hekisui C)

碧水Cは、同じく碧水から北西へ約1.1km付近に位置する。碧水 (C-11) も低位段丘堆積層中から採取された。こ

(v) 中山A (Nakayama A)

中山Aは、秩父別町中心から南東へ約2.8km付近に位置する。中山 (A-9) は、低位段丘堆積層中から採取された。ここでは数cm程度の黒曜石を採取できた。

(vi) 中山B (Nakayama B)

中山Bは、秩父別町中心から東側へ約1.7km付近に位置する。中山 (B-3) も低位段丘堆積層中から採取された。ここでは数cm程度の黒曜石を多数採取できた。

(vii) 大和A (Yamato A)

大和Aは、新十津川町中心部から北西約6.4km付近の大和地区北八線北六号線付近に位置する。大和 (A-11) は、第四紀の段丘堆積物中から採取された他、周辺の畑からも多数の黒曜石が採取された。

2-(3) 白滝地域

(試料番号：十勝石沢川 (A-1, 6, 10, 12～15, 17, 21, 22), 赤石山 (A-4, 5, 7, 10, 14, 15, 18, 19, 22, 26))

白滝地域では、2 地点 20 個の分析試料について記載する。この地域では、八号沢露頭、球顆沢露頭、十勝石沢露頭、あじさいの滝露頭、IK露頭と呼ばれる黒曜石流紋岩溶岩の露頭が5カ所確認されている(松村・瀬下, 2003), (和田, 2011)。また、これらの溶岩類は白滝黒曜石流紋岩溶岩群と呼称され(和田, 2011)(和田・佐野, 2011), 10 個の溶岩ユニットが知られている(和田・佐野, 2011)。白滝黒曜石流紋岩溶岩群の噴出年代は、K-Ar年代測定結果から約220万年前の噴出年代を示し($2.24 \pm 0.05\text{Ma}$, $2.26 \pm 0.07\text{Ma}$, $2.20 \pm 0.11\text{Ma}$, $2.11 \pm 0.05\text{Ma}$)(和田・佐野, 2011)、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ている(和田, 2011)。これらは、新第三紀鮮新世の幌加湧別溶結凝灰岩層(国府谷ほか, 1964)の上位を構成する溶岩である。

白滝地域の黒曜石は名実共に国内最大の埋蔵量を誇り、その膨大な量の黒曜石は湧別川によって運搬され、その流域の至る所に河川礫として分布している他、湧別沖のオホーツク海沖まで達することが知られている(赤松ほか, 1996)。

(i) 十勝石沢川 (Tokachiishizawa-gawa A)

十勝石沢川Aは、遠軽町白滝の中心部から北西約2.6kmに位置する。十勝石沢川 (A-1, 6, 10, 12～15, 17, 21, 22) は、全て十勝石沢川から転石として採取された。これらは、この採取場所より北東へ約1.2km離れた、872mのピーク付近に分布する黒曜石の溶岩からの転石である。同じくこのピークを越えた幌加湧別川にも、この溶岩からの転石が多数採取できる。十勝石沢川では、容易に人頭大の礫を多数採取でき、ほとんどの黒曜石がザラザラしたいわゆる“梨肌”であり、にぶい光沢を呈し、赤石山で採取できるものと容

易に区別可能である。断面は黒色で貝殻状断口になり、石器の材料として適している。偏光顕微鏡下では小さな結晶と晶子を多数観察できる。

(ii) 赤石山A (Akaishiyama A)

赤石山Aは、白滝村の中心部から北西約7.5kmに位置する。赤石山 (A-4, 5, 7, 10, 14, 15, 18, 19, 22, 26) は、赤石山山頂付近の露頭から採取された。山頂付近では、真っ赤に発色した“紅十勝”や“花十勝”，それより茶色がかった“茶の石”が多数見られる。いずれも鉄分の高温酸化により発色し、それらの断面では高温時に溶岩が固化しつつも破壊され角礫状になって流動しながら固結した様子を観察できる。また地表において溶岩流が冷却時に引き延ばされて固化した“棒状原石”と呼ばれる黒曜石や、小さな球顆が多数入って流理構造を際立たせる黒曜石の他、1cm程度に大きく発達した球顆を幾つも含んだ黒曜石など、これらの特徴だけで白滝産であることが特定できる大量の黒曜石を採取できる。断面は漆黒色で光沢を呈し貝殻状断口になるため、石器の材料として大変適している。偏光顕微鏡下では小さな結晶を多数観察でき、晶子は若干少ない。

2-(4) 名寄地域

(試料番号：知恵文 (A-1)，忠烈布 (C-1, 4, 6)，忠烈布 (E-1)，忠烈布 (G-1)，忠烈布 (H-1, 2, 4, 6))

名寄地域では、5地点10個の分析試料について記載する。これらの黒曜石は、全て後期中新世に属する川西層中から洗い出されたものと考えられ、この地層が分布する知恵文丘陵と忠烈布丘陵においてのみ黒曜石を採取でき、これより南側の中期中新世の美深層が分布する風連町日新付近では、黒曜石を全く採取できない。この他、朝日川や五号沢川など忠烈布丘陵の名寄川に面した川では黒曜石を採取可能である。この地域から採取される黒曜石のフィッシュン・トラック法による年代測定では、5.90Ma, 5.93Ma, 5.91Maの値が知られている (興水, 1988)。採取した黒曜石は、すべて約5.0cm前後の礫であるが、その表面の模様は国内ではこの名寄周辺にしか存在しないほどかなり特徴的である。大抵のものは全体がアバタ状になっており、その様子はゴルフボールの表面の模様にも似ている。また一部は、まるで彫刻刀によって深く丸彫りされ、奥深くまでえぐられているものも多数見られる。これらの表面形態の原因は、黒曜石自体が国内でも噴出年代が古いものであることから推測して、火山灰質からなる酸性土壤中に黒曜石礫が長期間含まれる事で差別的な溶蝕を受けた結果のものと考えられる。偏光顕微鏡下の観察で、小さな結晶が線状に密集した部分は、肉眼では流理構造として観察できる。晶子はトリカイトが目立つが全体的に量は少ない。断面は漆黒色で貝殻状断口を呈し、その見た目とは違って良質のものであり石器の材料として適している。

(i) 知恵文A (Chiebun A)

知恵文Aは、名寄市中心部より西方約4.0km地点の知恵文丘陵に位置する。知恵文 (A-1) は、後期中新世に属する川西層の砂礫岩中から採取された。採取量は多くない。

(ii) 忠烈布C (Chuureppu C)

忠烈布Cは、上名寄の中心から南南西約4.3km、下川町南西部の風連町との境界である忠烈布丘陵に位置する。この周辺一帯には川西層が分布する。忠烈布 (C-1, 4, 6) は、忠烈布丘陵を流れる忠烈布川の河川礫として採取された。

(iii) 忠烈布E (Chuureppu E)

忠烈布Eは、上名寄の中心から南方約5.2kmの忠烈布丘陵に位置する。忠烈布 (E-1) も、同じく忠烈布川の河川礫として採取された。

(iv) 忠烈布G (Chuureppu G)

忠烈布Gは、上名寄の中心から南東約5.3kmの忠烈布丘陵に位置する。忠烈布 (G-1) も、同じく忠烈布川の河川礫として採取された。

(v) 忠烈布H (Chuureppu H)

忠烈布Hは、上名寄の中心から南南西約4.3kmの忠烈布丘陵に位置する。忠烈布 (H-1, 2, 4, 6) も、同じく忠烈布川の河川礫として採取された。

2-(5) 赤井川地域

(試料番号：土木川 (B-1, 3)，曲川 (A-2)，曲川 (B-2, 4)，曲川 (C-1)，中の沢川 (A-3, 4, 6)，余市川 (A-1))

赤井川地域では、6地点10個の分析試料について記載する。どの地点においても黒曜石は、沢の中で見られるような転石、若しくは主に風化して泥質になった火山灰に富む堆積物中で採取された。これまでの調査では、露岩については一切確認できていないが、中の沢川上流の三角点付近 (613.5m) 及びその北方の沢に、『人頭大ないし拳大の転石が点々として見出され・・・』 (太田ほか, 1954) と記載されており、現在でも、その三角点より北西側の斜面の堆積物中には多数の黒曜石礫を採取可能である。また土木川でも黒曜石の転石を採取可能である。経験則であるが、人頭大の黒曜石が発見された場合、数百メートル以内に露頭が見つかる。これに対し、赤井川村の南側、分水嶺を越えた倶知安町では、これまでの現地調査では、黒曜石を確認することはできていない。黒曜石は、ほとんどが数mm程度の小さな球顆を層状に含み流理構造を際立たせているものが大部分であり、これが赤井川産を特徴付ける。他に球顆を含まない良質で漆黒色の黒曜石も採取できる。これは同じ黒曜石の溶岩でも部分的な違いによるものと考えられる。双方ともに綺麗な貝殻状断口を呈し、石器の材料として適している。偏光顕微鏡下では、球顆を含む部分においては、マーガライトやグロビュライト、トリカイトが密集して観察される。肉眼で線状になって見える部分には、最大で0.3mm程度の小さな結晶が濃集している。

(i) 土木川B (Doboku-gawa B)

土木川Bは、赤井川村の中心部より南方約5.4kmに位置する。土木川 (B-1, 3) は、そこを流れる土木川から河川礫として採取された。他にも握りこぼし大程度の黒曜石を多数採取することができる。

(ii) 曲川A (Magarikawa A)

曲川Aは、赤井川村の中心部より南方約5.0km付近、余市川を挟んで南側の斜面の曲川地区に位置する。曲川 (A-2) は、赤茶色に変色した風化して粘土化した火山灰に富む堆

積物中から採取された。その表面は酸性土壌によって溶蝕し、表層には差別的溶解によって多数の小さな空隙を生じていた。

(iii) 曲川B (Magarikawa B)

曲川Bは、赤井川村の中心部より南方約4.4km付近、余市川を挟んで南側の斜面の曲川地区に位置する。曲川 (B-2, 4) は、曲川A地点と同様の堆積物中から採取された。黒曜石の特徴も同じである。

(iv) 曲川C (Magarikawa C)

曲川Cは、赤井川村の中心部より南方約4.0km曲川に位置する。曲川 (C-1) は、河川礫として採取された。

(v) 中の沢川A (Nakanosawa-gawa A)

中の沢川Aは、赤井川村の中心部より南東側、明治鉱山より約1.5km南側の白井川の支流に位置する。中の沢川 (A-3, 4, 6) は、この支流である中の沢川において河川礫として採取された。分布量としては他の地点と比較すると少なく、かつ小さなものばかりであった。

(vi) 余市川A (Yoichi-gawa A)

余市川Aは、赤井川村の中心部より南方約3.8km大正橋の橋脚付近の余市川の河原に位置する。余市川 (A-1) は、この河原において河川礫として採取された。ほとんど球顆を含まない良質な黒曜石であった。分布量はかなり少ない。

2-(6) 置戸地域

(試料番号：置戸山 (A-1~6, 12, 22, 32), 中里 (A-9), 墓地の沢 (A-2, 4), 墓地の沢 (B-2, 4, 5), 所山 (A-2~6))

置戸地域では、5地点20個の分析試料について記載する。割れ面は全て貝殻状断口を呈し、割れ方に若干の癖があるが石器の材料としては適している。また独特の光沢と薄く割った時の光の通し具合とその色調は国内のどの産地のものより美しく、更に黒色と灰色の縞状になった流理構造は、置戸地域の黒曜石を特徴付ける。この地域では、置戸山と所山に黒曜石の溶岩が存在し、それぞれ置戸山黒曜石、所山黒曜石に分類できる。最近まで溶岩の存在がはっきりしなかったが、数年前に木材の搬出用に新たに道を付けた際に所山溶岩の断面が明瞭に現れ、人頭大ほどの黒曜石の岩塊も容易に採取できた。偏光顕微鏡下では、やや小さな結晶が観察される他、マーガライトやグロビュライト、トリカイトが密集して観察され、これらが濃集したところは肉眼で縞模様となって観察できる。

(i) 置戸山A (Oketoyama A)

置戸山Aは、置戸町の中心部から北西約4.4kmに位置する。置戸山 (A-1~6, 12, 22, 32) は、置戸山の訓子府川林道沿いで採取された。ここでは人頭大程度の黒曜石を多数採取できた他、くすんだオレンジ色~赤色を呈する“茶の石”や“花十勝”、“紅十勝”も少量採取できた。更に流紋岩も転石として数多く存在した。地質図幅説明書(沢村ほか, 1965)によれば、『新第三紀鮮新世の流紋岩に伴って黒曜岩の露頭が存在する』と記載されている。現在はこの記載に合致する露頭の場所は不明となっている。黒曜石の割れ面は滑らかで光沢を持っており、ほとんどは黒色と灰色の縞状になった流理構造を呈している。

(ii) 中里A (Nakasato A)

中里Aは、置戸町の中心部から南西約3.8kmに位置する。中里 (A-9) は、火砕流堆積物中から採取された。火山灰の中に軽石や他の礫とともに、約0.5~2.0cm前後の円礫が多数分布していた。EPMAによる分析結果では、置戸山黒曜石と所山黒曜石に由来するものばかりであった。

(iii) 墓地の沢A (Bochinosa A)

墓地の沢Aは、置戸町の中心部から西北西約5.2kmに位置する。墓地の沢 (A-2, 4) は、墓地の沢の林道沿いの土石流堆積物中から採取された。数cm~握りこぶし大の角礫状であり、既に表面部分は風化し水和層ができていたが、ハンマーで割った新鮮な断面は滑らかで光沢を持っており、ほとんどは黒色と灰色の縞状になった流理構造を呈していた。これらは所山黒曜石に由来する。

(iv) 墓地の沢B (Bochinosa B)

墓地の沢Bは、置戸町の中心部から西北西約5.4kmに位置する。墓地の沢 (B-2, 4, 5) は、墓地の沢の林道沿いの土石流堆積物中から採取された。産状及び特徴ともに墓地の沢Aで採取した黒曜石と同じであり、これらも所山黒曜石に由来する。

(v) 所山A (Tokoroyama A)

所山Aは、置戸町の中心部から西北西約6.1kmに位置する。所山 (A-2~6) は、所山の林道で採取した。所山黒曜石である。産状及び特徴ともに墓地の沢Aと同じである。

2-(7) 遠軽地域

(試料番号：サナブチ川 (A-10, 12, 14, 17, 18, 21, 22, 24, 25), サナブチ川 (B-9))

遠軽地域では、2地点10個の分析試料について記載する。ここで採取される黒曜石は、すべてサナブチ川A地点より上流約1.0kmに露出している新第三紀中新世後期に相当する社名淵層上部層の谷本川火砕岩の火山礫凝灰岩中に礫として含まれていたものが洗い出しを受けたものである。採取される黒曜石は、若干角張っており水和層はさほど発達していない。大きさは0.5~5.0cm前後のものまで採取できた。色は漆黒色であり常に水に濡れたような独特の光沢を呈するのがこの産地の大きな特徴である。このような特徴は他の産地にはない。また破壊時の断面は、(a)明瞭~やや不明瞭の貝殻状断口を呈するものもあれば、(b)ほぼ平面~曲面となり、その縁がわずかであるが貝殻状断口を呈するものや、(c)破裂するように勢い良く飛び散り小さな破片となって原型をとどめないものがある。このうち(b)と(c)の割れ方の特徴は、谷本川火砕岩の火山礫凝灰岩に含まれていた時に一種の熱変成作用、すなわち再加熱を受けた可能性がある(向井, 2003)と考えられる。このように遠軽地域の黒曜石は外観の他に割れ方でもかなり特徴があり、その原産地を特徴づける。石器の材料としては、一部を除き手頃な大きさのものがあれば適していると考えられる。偏光顕微鏡下ではマーガライトやトリカイトが見られ、結晶はあまり含まれない。広域調査をしたところ、ここから約10.0km北北西の紋別市の上モベツ川流域にも、紋別産の黒曜石とは別に、この遠軽地域で採取できる黒曜石が分布し

ていることが確認できた。この遠軽地域は、これまでの筆者の調査によって原産地であることが初めて確認された場所である。

(i) サナブチ川A (Sanabuchi-gawa A)

サナブチ川Aは、遠軽町中心部から西方約4.5kmに位置する。サナブチ川 (A-10, 12, 14, 17, 18, 21, 22, 24, 25) は、社名淵地域を流れるサナブチ川の河川礫から採取された。

(ii) サナブチ川B (Sanabuchi-gawa B)

サナブチ川Bは、遠軽町中心部から西方約2.9kmに位置する。サナブチ川 (B-9) もサナブチ川の河川礫から採取された。

2-(8) 雄武地域

(試料番号：音稲府川 (A-1~4, 6, 7), 音稲府川 (B-2, 7), 音稲府川 (C-2, 3))

雄武地域では、3地点10個の分析試料について記載する。いずれの地点においても黒曜石は河川礫として採取された。礫の大きさは、約0.5~1.0cm前後でやや角張っているものばかりであった。割れ口は漆黒色を呈し、球顆を含まず良質のものばかりである。これまでの地質調査により元稲府溶岩中に3~5mほどの幅のレンズ状の黒曜石が確認(鈴木ほか, 1966)されている。しかし現時点では、小さな黒曜石が少量程度しか採取できていないことから推察できるように、産地としては小規模である。仮に、手頃な大きさの黒曜石を採取できれば石器の材料として十分利用できると思われる。偏光顕微鏡下ではマーガライトやトリカイトが見られ、結晶はあまり含まれない。

(i) 音稲府川A (Otoineppu-gawa A)

音稲府川Aは、雄武町の中心部より西南西約12.0km地点に位置する。音稲府川 (A-1~4, 6, 7) では、黒曜石は音稲府川の河川礫として採取された。採取量はわずかである。

(ii) 音稲府川B (Otoineppu-gawa B)

稲府川Bは、雄武町の中心部より西側約6.0km地点に位置する。音稲府川 (B-2, 7) では、黒曜石は音稲府川の河川礫として少量採取された。

(iii) 音稲府川C (Otoineppu-gawa C)

音稲府川Cは、雄武町の中心部より西側約6.0km地点に位置する。音稲府川 (C-2, 3) では、黒曜石は音稲府川の河川礫として少量採取された。

2-(9) 生田原地域

(試料番号：仁田布川 (A-3), 仁田布川 (B-1, 2), 安国 (A-1, 2, 6), 安国 (B-1, 2, 4~6, 7, 32~35, 52~55))

生田原地域で4地点20個の分析試料について記載する。生田原町周辺では、かつて数年間にわたって行われてきた広域調査によって様々な黒曜石が確認・採取されている。清里地区においては、新第三紀鮮新世の流紋岩Ⅲ(山田ほか, 1963)に分類される真珠岩質流紋岩中に含まれる黒曜石のマレカナイト球が既に確認されている。浦島内川や八重地区を流れる八重沢川では、火砕岩の溶結部の黒曜石ガラスとマレカナイト球の転石を確認・採取している。矢矧地区では、矢矧川の河川礫として小指の先程度の良質の黒曜石礫を採取している。豊原地区など周辺の段丘堆積物中

には、マレカナイト球が含まれているのを確認・採取している。また、近隣境界部の留辺蘂町金華峠付近の上金華地区では、含角礫凝灰岩などからなり黄灰色~淡灰色を呈する鮮新世の小松沢層中(沢村ほか, 1965)に、灰~黒色を呈する風化され脆くなった5.0mm前後の黒曜石の薄片を確認している。小松沢層は、この地域の西側に分布するトムイルベシベ層(野地ほか, 1967)と上金華層(山田ほか, 1964)を合わせたものに相当しているため、そちらの地域でも黒曜石の分布が十分期待できる。

このように生田原町周辺では、様々な形態で黒曜石が確認されているが、生田原地域では、これまでの筆者の調査によって背谷牛山山頂より南南東にある488mのピーク(マップの459mピークから南西約825m付近)をもつ尾根の南側斜面や、仁田布川の河川礫から多くの黒曜石を採取することができている。黒曜石は、数cm~16.0cm程度の大きさであり、漆黒色でガラス光沢を有し貝殻状断口を呈するので、石器の石材としても十分使用可能である。偏光顕微鏡下では、結晶も晶子もほとんど含まず全体が赤茶化しているものや、0.03~0.15mm程度の斜長石や黒雲母の結晶とそれよりも更に小さな斜長石や黒雲母の結晶が一面に見られるものが目立つ。これに対し採取地の周辺では、前述の488mのピークをもつ尾根の北側斜面や、仁田布川を挟んで東側の斜面、更に仁田布川B地点より上流側では、黒曜石の礫を一切確認できなかった。このように生田原地域では局所的な産出と考えられるが、黒曜石がこの地域において確認・採取されたという記載が無く、これまでの調査によって初めて新しい原産地であることが確認された。この調査で採取した黒曜石は周辺の地質を考慮して、新第三紀中新世の生田原層(流紋岩Ⅰ)(山田ほか, 1963)に相当すると考えられる。今後、遺跡から発掘される黒曜石製石器のEPMAによる分析が進めば、生田原産の黒曜石が周辺の遺跡で使用されたことが明らかになるだろう。

(i) 仁田布川A (Nitappu-gawa A)

仁田布川Aは、生田原町安国地区から西方約2.8km位置する。仁田布川 (A-3) は、そこを流れる仁田布川の河川礫として採取された。この地点では、数cm大~握りこぶし程度の黒曜石が多く見つかるが、最大で直径約16.0cm程度の黒曜石礫も採取できた。黒曜石は漆黒色で光沢を呈するものばかりであり、球顆は含まれない。また、ここから仁田布川B地点まで、黒曜石が多数採取可能である。

(ii) 仁田布川B (Nitappu-gawa B)

仁田布川Bは、生田原町安国地区から南西約4.8km位置する。仁田布川 (B-1, 2) も、仁田布川の河川礫として採取された。この地点においても数cm大~握りこぶし程度の黒曜石を採取できたが、これより上流の沢では黒曜石の礫を一切確認できなかった。この地点より西側の斜面からの転石と考えられる。

(iii) 安国A (Yasukuni A)

安国Aは、生田原町安国地区から南西約5.0km位置する。安国 (A-1, 2, 6) は、488mのピークをもつ尾根の南側斜面から採取された。数cm大の黒曜石の角礫が所々に散乱してい

た。近くの露頭では新第三紀中新世の生田原層が露出しており、この凝灰岩中に黒曜石の礫が含まれる。

(iv) 安国B (Yasukuni B)

安国Bは、生田原町安国地区から南西約4.5kmに位置する。安国 (B-1, 2, 4~6, 7, 32~35, 52~55) も488mのピークをもつ尾根の南側斜面から採取された。新第三紀中新世の生田原層が露出しており、この周辺でも数cm大の黒曜石の角礫が所々に散乱している。

2-(10) 奥尻地域

(試料番号：勝澗山 (A-2, 4, 8, 9, 16, 18~20, 30, 31))

奥尻地域では、1地点10個の分析試料について記載する。黒曜石は勝澗山のパーライト鉱床の採石場で採取された。ここの鉱床は、パーライト (真珠岩) と黒曜石 (黒曜岩) で構成され、延長約2.0km、幅500~700mの範囲にわたっており、予想される鉱量は約400万tと概算される。採石場周辺における地質は、最下部が花崗閃緑岩を主体とする白亜紀花崗岩類、その上部に新第三紀鮮新世末~第四紀前期更新世の堆積物からなる勝澗層、更にその上をおおって前期更新世以降に活動した勝澗山流紋岩に分類される。勝澗層は、堆積初期に陸域において陥没凹地が形成され、そこに礫岩や砂岩を堆積させた後、木片や植物片を含む泥岩やシルト岩、凝灰質砂岩など堆積させた湖成堆積物特有の堆積相を示す (秦, 1997)。勝澗山流紋岩は、ガラス質流紋岩溶岩で構成されておりフィッシュ・トラック年代により、 $0.2 \pm 0.06\text{Ma}$ (雁沢, 1992) 及び $0.31 \pm 0.09\text{Ma}$ (玉生, 1978) の絶対年代が知られており、勝澗層中~上部層の堆積時に噴火したと考えられている。北海道では最も新しい年代に相当する黒曜石である。採石場においては、クリーム色で流理構造を呈するパーライトとそれに挟在するように黒曜石が含有している。パーライトは、発泡して軽石状になった脆い部分とクリーム色で真珠光沢を呈する比較的緻密な部分に分類される。黒曜石は、半透明をした黒色~灰色のガラス光沢を呈し比較的緻密であるが、冷却時の流動・破壊、収縮・固化、そして再加熱によると考えられる数mm~5.0mm前後のブロック状となって不規則に割れ易い。割れ面は貝殻状断口を示さず、そのため鋭利な部分はほとんど存在しない。このため、石器の材料には全く適さないと考えられる。このような形態を示す黒曜石は、国内では東京都の神津島の砂糠崎、鹿児島県の鹿児島地域 (三船地区) の3カ所でしか見られない。露頭では、黒曜石はパーライトに挟まれるようにして産出しているが、これは噴火後、流動時における溶岩内部の部分的な圧力の減少や含水量や温度、粘性度等の違いが密接に関係していると考えられる。パーライト、黒曜石ともに発泡が著しい部分は大変脆くなっている。偏光顕微鏡下では、清澄なガラスとして観察され、その中に肉眼でも観察できる1.0mm前後の石英と斜長石の結晶が所々に含まれている。また溶岩の流動方向に伴い0.1mm前後の斜長石や黒雲母の結晶を観察できる。

(i) 勝澗山A (Katsumayama A)

勝澗山Aは、奥尻町奥尻から直線距離にして西北西約5.0kmの勝澗山のパーライト鉱床の採石場に位置している。勝

澗山 (A-2, 4, 8, 9, 16, 18~20, 30, 31) は、この採石場から採取された。全て黒色~灰色を呈するが半透明でガラス光沢を呈するものばかりである。

2-(11) 十勝地方

(試料番号：芽登川 (A-1), 居辺川 (A-17), 押帯 (A-2), 音更川 (A-3), ペンケチン川 (A-5, 6), 美里別 (A-3), 然別川 (B-2, 3), タウシュベツ川 (A-3), 鎮鍊川 (A-3, 5~8, 12), 十勝川 (A-1), 利別川 (A-2), 勇足 (A-8), 十三ノ沢川 (A-1))

十勝地方では、13地点20個の分析試料について記載する。黒曜石の割れた表面は、ガラス光沢又は、にぶい光沢で貝殻状断口を呈し、特に前者は石器の材料として先史時代の人々に重宝され、現代の人々にとっても“十勝石”と言われるように古くから知られた石である。

ガラス光沢を呈する黒曜石は、音更川水系において現世の河川堆積物として分布する割合が高く、その他に上流域の南クマネシリ岳西側周辺に崖錐状角礫質礫岩として分布する場合や、新第三紀中新世のタウシュベツ層中に含まれる。南クマネシリ岳の東側では、黒曜石の分布がかなり少ないことや南クマネシリ岳の山頂付近における黒曜石の分布調査や周辺の幾つもの主要な沢を詳細且つ丁寧に調査した結果、次のようなことが推定される。すなわち、新第三紀中新世以前に現在の南クマネシリ岳山頂西側近辺で黒曜石の溶岩の噴火があり、それらは火山灰や軽石などの火山噴出物とともに周辺で堆積した (タウシュベツ層)。やがて、その後の地殻変動により、十勝地方一帯に堆積場が形成され、そこにタウシュベツ層から黒曜石の岩塊が洗い出されて、第四紀更新世に対比される池田層上部層中に円礫の状態で含有された。現世の河川で採取できる黒曜石は、上士幌に分布するタウシュベツ層中や下流域一帯に分布する池田層上部層中から更に洗い出されて流されてくる。偏光顕微鏡下ではマーガライトやトリカイト、グロビュライトが見られ、これらが濃集したところは縞模様となって見える。

それに対し、にぶい光沢を呈する黒曜石は、ほとんどが然別川水系において河川堆積物として分布する割合が非常に高いことが分っている。特に、池田層群最上部が露出しているペンケチン川や鎮鍊川、然別川といった河川では、現地調査の詳細な結果、各河川の下流へ行く程、黒曜石礫の分布が多くなる傾向があった。これは、黒曜石溶岩の噴出後、一旦、池田層群中に堆積したものが、その後の浸食作用によって河川に洗い出されたと考えられる。偏光顕微鏡下では、0.02~0.04mm程度の斜長石や黒雲母の結晶が点在するのを観察できる他、バックグランドには更に小さな結晶が濃集している。その他にマーガライトやトリカイト、グロビュライトと言った晶子も多く含まれる。

これら十勝地方に大量に産出し、“十勝石”の名称が付けられるほど有名な黒曜石であるが、筆者の詳細な広域調査の結果、興味深いことに十勝川の南側一帯にはあまり産出しないことが分っている。

(i) 芽登川A (Metou-gawa A)

芽登川Aは、芽登温泉から南西へ約3.0km付近に流れる芽登川の河川敷に位置し、芽登川(A-1)は、芽登川上流の現世の河川堆積物中から採取された。断面が光沢を呈する数cm程度の黒曜石である。周辺を踏査してもほとんど黒曜石は確認できず、この場所から更に山を越えた東側のヌカナン川では、全く黒曜石を採取できなかった。十勝地方における黒曜石の原産地を考察する上で重要な情報の一つである。

(ii) 居辺川A (Oribе-gawa A)

居辺川Aは、上士幌町の中心から東へ約6.3kmに位置する。ここでは、居辺川の両岸に第四紀更新世に対比される池田層上部層が露出しており(三谷ほか, 1976), 居辺川(A-17)は、その層中に既に円礫となり水和層が厚く発達した状態で含有されていた。採取場所周辺の居辺川に散在するほとんど大部分の黒曜石は、この池田層上部層中から洗い出されたものと考えられる。また大半の黒曜石は割れ面が光沢を呈していた。この場所では黒曜石を多数採取でき、黒曜石愛好者の間でも有名な川として知られている。

(iii) 押帯A (Oshoppu A)

押帯Aは、本別町勇足(Yutari)の中心から南西へ約3.1kmに位置する。ここでは、新第三紀鮮新世に堆積した池田層下部層と第四紀更新世に堆積した池田層上部層の境界付近の地層が露出しており(三谷ほか, 1982), その露頭から押帯(A-2)を採取した。すべて割れ面が漆黒色で光沢を呈する円礫であり、大きさも数cm程度のものばかりであった。

(iv) 音更川A (Otofuke-gawa A)

音更川Aは、音更町の中心から北へ約5.5km付近に流れる音更川の河川敷に位置し、音更川(A-3)は現世の河川堆積物中から採取された。音更川上流部より流されて来た転石ばかりであり、ほとんどの黒曜石は断面が光沢を呈する円礫で、大きさも数cm~握りこぶし程度のものばかりであった。

(v) ペンケチン川A (Penkechin-gawa A)

ペンケチン川Aは、音更町の中心から北西へ約7.8km付近に流れるペンケチン川の河川敷に位置し、ペンケチン川(A-5, 6)は、全て現世の河川堆積物中から採取された。ほとんどが白濁した円礫である。これは第四紀更新世に堆積した池田層上部層中で風化作用を受け、表面構造が皺でおおわれたように変化した後、地層から洗い出され、表層の突出部分が擦りガラスになり白濁したものである。ここでは断面が光沢を呈する黒曜石の他、にぶい光沢を持ったペンケチン川(A-5, 6)の黒曜石を採取することができた。

(vi) 美里別A (Piribetsu A)

美里別Aは、足寄町の中心から西南西へ約4.3km付近の火山灰採取場に位置する。美里別(A-3)は、新第三紀鮮新世に属する十勝群足寄層の下愛冠溶結凝灰岩層(三谷ほか, 1958)の上部に堆積した第四紀更新世の段丘堆積層中から少量採取された。大きさは数cm程度で、光沢、漆黒色を呈する黒曜石の円礫である。

(vii) 然別川B (Shikaribetsu-gawa B)

然別川Bは、鹿追町の中心から南へ約2.2km付近に流れる然別川の河川敷に位置する。然別川(B-2, 3)は現世の河川堆積物中から採取された。大きさは数cm程度、採取数は10個にも満たなかった。このように上流部へ行く程、黒曜石の採取量は少なくなる。これは、黒曜石を含む池田層上部層からの洗い出しが上流部ほど少ないためと考えられる。黒曜石はほとんどがにぶい光沢を呈し、偏光顕微鏡下では0.1mm以下の斜長石や黒雲母の結晶が点在し、晶子も比較的多数、観察できる。

(viii) タウシュベツ川A (Taushubetsu-gawa A)

タウシュベツ川Aは、糠平湖から上流約1.1km地点で沢が交差する付近、すなわち「こくよう橋」から約900m上流に位置する。タウシュベツ川(A-3)は、その河川礫として採取された。この地点からタウシュベツ川の上流においては、黒曜石の礫を確認することができなかった。周辺の踏査では、この場所から東側に入った沢の左岸の崖堆積物中に黒曜石礫が含まれていた。更に、「こくよう橋」から500mほどのタウシュベツ川上流地点から西側に入る沢では、灰黄色の凝灰質シルト岩中に角礫状になった黒曜石が軽石など他の礫とともに大量に含有されていた。この地層は、新第三紀中新世に堆積したタウシュベツ層と呼ばれ、同じく中新世の十勝幌加層(山岸ほか, 1982)より上位の地層になる。タウシュベツ層は、糠平湖の西側のメトセツ川周辺にも分布しているが、これまでの現地調査では、黒曜石が含有されていることは確認できなかった。このため同じタウシュベツ層中でも、限られた範囲内において集中的に黒曜石礫が含有されると考えられ、黒曜石の噴出源を探る上で貴重な証拠となる。タウシュベツ川周辺で採取された黒曜石の断面は、すべて肉眼で光沢を呈するものばかりであった。

(ix) 鎮鍊川A (Chinneru-gawa A)

鎮鍊川Aは、音更町の中心から西へ約6.0km付近に流れる鎮鍊川の河川敷に位置し、鎮鍊川(A-3, 5~8, 12)は、全て現世の河川堆積物中から採取された。ただし、河川の両岸には第四紀更新世前期の池田層群最上部層が露出しており(岡, 1986), 黒曜石はそこからの洗い出しと考えられる。黒曜石の断面は、鈍い光沢を呈する鎮鍊川(A-7)の黒曜石と光沢を呈する鎮鍊川(A-3, 5, 6, 8, 12)の黒曜石を双方確認することができた。

(x) 十勝川A (Tokachi-gawa A)

十勝川Aは、清水町の中心から東へ約3.4km付近に流れる十勝川の河川敷に位置し、十勝川(A-1)は現世の河川堆積物中から採取された。黒曜石の大きさは握りこぶし程度で、断面がにぶい光沢を呈し、偏光顕微鏡下では0.02~0.04mm程度の斜長石や黒雲母の結晶が点在する。黒曜石中の晶子は比較的多数、観察できる。採取量は期待に反しわずかである。

(xi) 利別川A (Toshibetsu-gawa A)

利別川Aは、本別町勇足の中心から北西へ約1.0km付近に流れる利別川の河川敷に位置し、利別川(A-2)は、現世の

堆積物中から採取された。利別川上流部及びその支流から流されて来た転石と考えられる。付近一帯には、大きさが数cm～握りこぶし程度の黒曜石が散在していた。すべて漆黒色の光沢を呈し、偏光顕微鏡下では結晶がさほど目立たず、晶子を比較的多数、観察できる。

(xii) 勇足A (Yutari A)

勇足Aは、本別町勇足の中心から北西へ約6.0kmに位置する。ここでは、新第三紀鮮新世に堆積した池田層下部層と第四紀更新世に堆積した池田層上部層の境界付近の地層が露出しており、勇足(A-8)は、その露頭から採取された。すべて円礫で大きさは数cm程度のものばかりであり、新鮮な断面は貝殻状断口となり光沢を呈するものばかりである。偏光顕微鏡下では結晶がさほど目立たず、晶子を比較的多数、観察できる。

(xiii) 十三ノ沢川A (Zyusannosawa-gawa A)

十三ノ沢川Aは、上士幌町幌加から北北東へ約4.7kmに位置する。十勝三股周辺の沢の調査では、唯一、十三ノ沢においてのみ黒曜石の転石を確認することができた。音更川を挟んで西側にあるすべての沢では、黒曜石を一切採取することができなかった。十三ノ沢川(A-1)は、十三ノ沢上流のタウシュベツ層から洗い出された黒曜石である。推定される噴出源が大変近いので、黒曜石の礫はやや角張ったものが多い。また、その表面は風化・溶蝕によって細かくて小さな孔が空きザラついているものも多く見つかる。これはタウシュベツ層中で風化を受けたためである。大きさは、数cm～握りこぶし程度のものまで膨大な量を採取可能である。新鮮な黒曜石の断面は貝殻状断口と漆黒色を呈する。偏光顕微鏡下では結晶をさほど含まず、晶子を比較的多数、観察できる良質な黒曜石である。

2-(12) 紋別地域

(試料番号：上藻別(A-1, 2, 5, 6), 上モベツ川(A-3), 上モベツ川(B-2, 5, 7, 8, 11))

紋別地域では、3地点10個の分析試料について記載する。この地域から採取される黒曜石は、中期中新世の上モベツ流紋岩溶岩部層の“黒曜石及び真珠岩溶岩”(八幡ほか, 1988)(松波ほか, 2002)に相当する。黒曜石の溶岩も存在するが、大抵のものは肉眼でもはっきりと分かるくらい真珠岩構造を有するものが多く、石器の材料としては良質とは言えない。また露頭では、黒曜石から松脂岩に漸移している部分もあり、全般的に良質な黒曜石とは言い難い。上モベツ川で採取できる黒曜石は、黒色から黒灰色を呈し水和層が発達しているものが多く、ほとんど石器には適さないと考えられる。偏光顕微鏡下では主にマーガライトを観察することができる。結晶を全く含まないものと少量の石英・斜長石・単斜輝石(それぞれ1.0mm前後)を含むものに大きく分かれる。

(i) 上藻別A (Kamimobetsu A)

上藻別Aは、上藻別の集落から南東方向約4.5km付近の露頭に位置する。この露頭から上藻別(A-1, 2, 5, 6)を採取した。この他に人頭大以上の塊も採取できるが、真珠岩構造を有するものが多い。また黒曜石から松脂岩に漸移してい

る部分も見られ、全般的に良質な黒曜石とは言い難いのが特徴である。露頭では、“茶の石”や“花十勝”も若干ではあるが、採取できた。

(ii) 上モベツ川A (Kamimobetsu-gawa A)

上モベツ川Aは、上藻別の集落から南東方向約5.5km付近の上藻龍川に位置する。ここでは上モベツ川(A-3)を採取した。この川における転石では、黒色から黒灰色を呈し水和層が発達しているものが多い。また結晶を含むものも多く、ほとんど石器には適さない。この川では、隣接した遠軽地域に分布する黒曜石も転石となって少量採取できる。

(iii) 上モベツ川B (Kamimobetsu-gawa B)

上モベツ川Bは、上藻別の集落から南東方向約4.5km付近の上藻龍川に位置する。ここでは上モベツ川(B-2, 5, 7, 8, 11)を採取した。この川における黒曜石の転石では、上モベツ川Aで採取した黒曜石と同様、黒色から黒灰色を呈し水和層が発達しているものが目立つ他、結晶を含むものも多く、ほとんど石器には適さないことが多い。

2-(13) 留辺蘂地域

(試料番号：岩山ノ沢(B-1～3, 5～7, 9～12), 分岐(A-3, 5), 通子沢(A-1～6), 七ノ沢(B-7, 8))

留辺蘂地域では、4地点20個の分析試料について記載する。この地域では、鮮新世末期～更新世にかけて噴出したとされる武利溶結凝灰岩(酒匂ほか, 1964)がひろく分布している。そのうち黒曜石溶岩は、通子沢A地点で観察できたように、少なくとも上下2枚の溶岩流が確認されている。採取された黒曜石は溶岩流の露頭が直接観察できることもあり、人頭大以上の大きな黒曜石の塊を採取可能である。漆黒色を呈し、貝殻状断口になり石器の材料として適している。

この地域の黒曜石は、北側の武利川や分水嶺を挟んで南側のケショマップ川へ流れ、それぞれ丸瀬布町、留辺蘂町厚和地区で採取できる黒曜石と同じものであることがこれまでの調査等で判明している。偏光顕微鏡下では、0.05～0.10mm程度の斜長石・黒雲母・輝石などの結晶が含まれ、その間を更に微細な結晶が埋めていることが多く認められる。

(i) 岩山ノ沢B (Iwanosawa B)

岩山ノ沢Bは、厚和地区から直線距離にして約6.8km付近に位置する。岩山ノ沢(B-1～3, 5～7, 9～12)は、露頭から直接採取しているが、溶岩流ではなく土砂の中に含まれた転石である。黒曜石はこの周辺に多数散在しており、採取も比較的容易である。

(ii) 分岐A (Bunki A)

分岐Aは、分岐地区から直線距離にして南へ約6.5km付近に位置する。分岐(A-3, 5)は、同じく厚さ約1.0mの黒曜石の溶岩流の露頭から、豊原氏が直接採取したものを頂戴した。

(iii) 通子沢A (Kayokozawa A)

通子沢Aは、厚和地区から直線距離にして北西約7.5km、標高810m付近に位置する。林道から露頭まで黒曜石が至る所に散乱している。採取地点では、厚さ約1.0m程度の黒曜

石の層を確認でき、通子沢（A-1～6）は、その露頭から直接採取された黒曜石の塊である。この黒曜石は、同じレベルで側方へ続くので溶岩流の一部と考えられる。崖の上方にも黒曜石が尾根沿いに分布しており、2枚の溶岩流が存在する。

（iv）七ノ沢B（Shichinosawa B）

七ノ沢Bは、分岐地区から直線距離にして南へ約5.8km付近に位置する。七ノ沢（B-7, 8）は、露頭から直接採取されているが、溶岩流ではなく二次的に堆積した土砂の中に含まれた転石である。この下流の七ノ沢では、そのような黒曜石を多数採取できる。

2-(14) 豊浦地域

（試料番号：豊泉（A-2～4, 6, 7, 12, 13, 17, 26, 29））

豊浦地域では、1地点10個の分析試料について記載する。周辺では豊泉川でも黒曜石を採取できることや、付近の洞爺カルデラを形成した火砕流堆積物中（太田、1956）（土居ほか、1958）（加藤ほか、1990）にわずかであるが採取できる。また高規格道路の豊浦トンネル掘削の時に、人頭大程の黒曜石の塊が大量に産出したという。偏光顕微鏡下では、0.15～0.30mm程度の石英・斜長石・黒雲母・角閃石が黒曜石中に存在するのが特徴である。

（i）豊泉A（Toyoizumi A）

豊泉Aは、豊浦町から直線距離にして北西約4.0km付近に位置する。豊泉（A-2～4, 6, 7, 12, 13, 17, 26, 29）は、ここから採取された。黒曜石の表面は風化して灰黒色に見えるが、断面は綺麗な黒色であり、透き通っているのが特徴的であり、この産地を決定づける。また適度な大きさがあれば石器の材料としても適している。周辺の沢や火砕流堆積物中からも少量であるが採取されている。

2-(15) 釧路地域

（試料番号：舌辛原野（A-1～7）、久著呂川（A-1～4, 6～9, 12～16）、）

釧路地域では、2地点20個の分析試料について記載する。この地域では、釧路地区（鶴丘、舌辛原野）とクチョロ原野地区で黒曜石を採取できる。このうち鶴丘の第3段丘堆積層（水野ほか、1963）中のデイサイト質溶結凝灰岩中に含まれるものは、黒曜石の溶岩ではなく“黒曜石レンズ”であるため今回示す組成グループの分類から除外する。この黒曜石レンズの礫の大きさは数cm程度であり、風化した表面は汚れた感じの黒色を呈するが、新鮮な断面は水に濡れたような輝きを呈するのが大変特徴的である。ハンマーで叩くと小さな剥片状、若しくは板状・塊状に割れ、明瞭な貝殻状断口は持たない。

（i）舌辛原野A（Shitakaragenya A）

舌辛原野Aは、釧路市阿寒町の中心部から北北西約3kmに位置する土砂の採取場である。舌辛原野（A-1～7）は、ここから採取された。土砂の採取場には更新世前期に相当する軽石を主体とする火砕流堆積物（釧路層群）が堆積し、最上部に第3段丘堆積層が見られる（加藤ほか、1990）。この火砕流堆積物中から採取できる黒曜石は、長径2.0cm前後の円礫であり、断面は貝殻状断口を有しガラス光沢があ

る。偏光顕微鏡下では、結晶が目立たず、晶子が目立つ。また第3段丘堆積層中のデイサイト質溶結凝灰岩中からは、鶴丘と同様、黒曜石レンズの塊も採取できる。

（ii）久著呂川A（Kuchoro-gawa A）

久著呂川Aは、標茶役場から直線距離にして北西約24km付近のクチョロ原野を流れる久著呂川上流に位置する。久著呂川（A-1～4, 6～9, 12～16）は、河床堆積物の中に混ざって長径2.0cm前後の礫として採取された。角張った黒曜石の礫が比較的目立つ。断面は貝殻状断口を有し、ガラス光沢がある。黒曜石の量はさほど多くはないが、確実に採取することができる。偏光顕微鏡下では、0.60～0.80mm程度の比較大きな石英や斜長石の結晶をわずかに含む他、0.05mm前後の斜長石の結晶が多数目立ち、更にその周囲を微小の結晶が埋めている場合が多い。

2-(16) 中川地域

（試料番号：丸山（A-1～3））

中川地域では、1地点3個の分析試料について記載する。中川町のJR中川駅から北北西へ直線距離にして約7.8kmの北緯44度52分18.95秒、東経142度0分41.2秒に位置する丸山と呼ばれる天塩川の浸食を逃れた標高62.1mの小高い丘から黒曜石は採取できる。この丸山の南西部は10mほどの崖となっており、丸山の地質を確認できる好露出の場となっている。その露頭では地層の傾斜からはっきりと2つの地層を識別できる。双方とも砂礫を主体とし、下部は更別層、上部は中位段丘堆積物に分類されている。更別層は第四紀中期更新世の堆積岩（砂礫岩）であり、天塩平野周辺の丘陵を構成する地層で、調査地域にはその南端部がわずかに露出している。露頭では更別層が平行層理～低角の斜交層理となって約20度程度で北へ傾斜し、その上部は天塩川によって形成された中位河成段丘堆積物（海成段丘堆積物の可能性もある）に覆われる（北海道立地質研究所、2010）。

（i）丸山A（Maruyama A）

黒曜石の礫は、第四紀中期更新世の堆積岩（砂礫岩）である更別層とその上部を覆う中位河成段丘堆積物中に他の礫と調和的に含まれていた。大きさは礫としては小さな方であり1.0cm程度のものばかりである。堆積物中にわずかな数量があるだけであり、大量にしかも石器を作製するくらいの手頃な大きさの黒曜石は知られていない。

北海道の道北地方における黒曜石の原産地は、雄武地区、及び名寄・下川地区の黒曜石が知られている。後者に関しては転石として天塩川によって運ばれ、下流にある中川町の国府周辺で堆積することも考えられる。特に名寄・下川地区の黒曜石はガラス質で良質な黒曜石であることが知られており、採取した黒曜石もガラス質を呈するところから同一のものである可能性を示唆した。

3 分析方法

薄片試料を作製した後、更にダイヤモンドペーストで鏡面研磨し、炭素蒸着を行って分析試料とした。黒曜石ガラスの化学組成は、北海道教育大学旭川校地学教室所有

のEPMA (JEOL-JXA8600) による10元素 (Si・Ti・Al・Fe・Mn・Mg・Ca・Na・K・Cl) 定量分析から得られた。標準試料は、Siが SiO_2 、Tiが TiO_2 、Alが Al_2O_3 、Feが Fe_2O_3 、Mnが MnO 、Mgが MgO 、Caが天然珪灰石 (CaSiO_3)、Naが天然ヒスイ輝石 ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)、Kが KTiOPo_4 、Clが天然タグツパイト (tugtupite, $\text{Na}_4\text{BeAlSi}_4\text{O}_{12}\text{Cl}$) である。補正はZAF法による。測定は、加速電圧15.0kV、電流値 $0.80 \times 10^{-8}\text{A}$ のもとで、Naの損失がないことを確認したうえで、電子ビームを径 $10 \times 10 \mu\text{m}$ の範囲に走査させて行った。一つの薄片試料において、異なる測定領域を10点以上分析した。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。EPMA分析データのパソコンへのデータ転送は志村 (1995) の方法によった。また、測定前に黒曜石のスタンダードと比較する事で、測定時の誤差を最小限に抑えるよう考慮した。

4 黒曜石ガラスの化学組成

北海道内16地域・地方において、合計223試料の分析値を求めた。これらの測定データを酸化物の重量%の合計を100%に再計算し標準化した。付表1～付表6にガラスの化学分析値を示した。

黒曜石ガラスは、 SiO_2 が74.87wt.%から79.06wt.%までの範囲で、すべて流紋岩の組成を示す。北海道内16地域・地方で採取した黒曜石の主成分化学組成を比較するため、 $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ 比を縦軸に、 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比を横軸にとった図1、図1'に示した。更に、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、Clのそれぞれを縦軸に、 SiO_2 を横軸にとった関係図を図2で示した。

5 考察

5-1 主成分化学組成による黒曜石ガラスの分類・特徴

黒曜石の大部分は、粘性度の高い流紋岩～デイサイト質などの組成をもつマグマが噴火口から流出後、更に冷却する過程において、結晶をほとんど晶出せずに固まったガラスである。従って、マグマ自体の化学組成がそのまま黒曜石ガラスに保持され、その化学組成の違いは、そのまま組成グループごとの化学組成の違いになってあらわれていると考えられる。この違いを明瞭に表現したのが、 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ の関係図であり、黒曜石をつくったマグマの化学組成を示す重要な指標になる。

今回、EPMAによって分析した北海道から産出する黒曜石は、図1及び図1'より、23種類の組成グループに分類することができる。以下、各組成グループについての特徴を図2により述べる。

5-1-(1) 旭川Ⅰ組成グループ

主に旭川地域やその下流域にあたる北空知地方から採取される。断面は貝殻状断口と漆黒色を呈するが、表面は風化浸食により皺の様な形状を示すほか水和層が発達し白濁している。東鷹栖 (B-3, 7, 9, 12, 13) 及び東鷹栖 (C-3, 4)、台場 (A-2, 3, 5) が、この組成グループに属する。

図1から留辺蘂Ⅰ組成グループ、名寄組成グループ、十勝Ⅱ組成グループ、豊浦組成グループにも近似してい

る。しかし旭川Ⅰ組成グループは、留辺蘂Ⅰ組成グループと豊浦組成グループと比較すると、図2においてCl値が低い値を示す。同様に名寄組成グループと比べると、 TiO_2 値が0.11wt.%以下であり、十勝Ⅱ組成グループと比べると、 SiO_2 値が若干低く、 FeO 値が高い傾向にあることが特徴である。

5-1-(2) 旭川Ⅱ組成グループ

主に旭川地域やその下流域にあたる北空知地方から採取される。一部黒色を呈する他、灰色を呈し、冷却時におけるマグマの流動を示す流理構造が黒～灰色の帯状になっている。東鷹栖 (B-8) 及び東鷹栖 (C-5, 7, 8, 10, 14～16, 18, 19) が、この組成グループに属する。図1において $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比が、0.118～0.125の値を示し、北海道内から産出する黒曜石中では最も高い値を示す。また、図2においても CaO 値が1.66～1.76wt.%であり、これも道内から産出する黒曜石中では最も高い値になり、これらが旭川Ⅱ組成グループを特徴づける。

5-1-(3) 滝川組成グループ

主に旭川地域やその下流域にあたる北空知地方から採取される。表面部分が溶けて固まったような滑らかな触感がある他、結晶をほとんど含まないため光にかざすと透けて見えるのが特徴的であり、これだけでも区別可能である。美葉牛 (A-1)、碧水 (A-7)、碧水 (B-1)、碧水 (C-11)、東鷹栖 (B-22, 25, 27)、中山 (A-9)、中山 (B-3)、大和 (A-11) が、この組成グループに属する。図1において $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比が、0.057～0.059の値を示し、且つ図2において、 Al_2O_3 値が北海道内から産出する黒曜石中では最も低い方の値である11.96～12.12wt.%を示すのが特徴である。

5-1-(4) 白滝Ⅰ組成グループ

十勝石沢川から採取される。この組成グループは、図1において $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比が、0.031～0.033の値を示し、北海道内から産出する黒曜石中では最も低い値になるのが特徴である。また図2においても CaO 値が0.40～0.42wt.%を示し、これも道内から産出する黒曜石中では最も低い値になる。梨肌でにぶい光沢を呈するので、肉眼でも区別し易い。

5-1-(5) 白滝Ⅱ組成グループ

赤石山山頂付近から採取される。この組成グループは、図1において $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比が、0.041～0.044の値を示し、北海道内から産出する黒曜石中では、白滝Ⅰ組成グループに次いで低い値になるのが特徴である。また図2においても CaO 値が0.53～0.56wt.%を示し、これも道内から産出する黒曜石中では白滝Ⅰ組成グループに次いで低い値になる。

5-1-(6) 名寄組成グループ

名寄地域から採取される。この組成グループは、図1より留辺蘂Ⅰ組成グループ、旭川Ⅰ組成グループ、十勝Ⅱ組成グループ、豊浦組成グループにも近似している。しかし名寄組成グループと比べると、留辺蘂Ⅰ組成グループは、図2において Al_2O_3 値が12.83wt.%以上であること、旭川Ⅰ組成グループは TiO_2 値が0.11wt.%以下であること、十勝Ⅱ組成グループは CaO 値が1.13wt.%以下であること、豊浦組成グループはCl値が0.15wt.%以上であることから区別できる。

更に、十勝Ⅱ組成グループと豊浦組成グループについては、肉眼だけでも名寄組成グループと容易に区別可能である。

5-1-(7) 赤井川組成グループ

赤井川地域から採取される。図1より他の組成グループにも近似するが、図2において、Cl値が0.16wt.%以上の高い値であることから容易に区別可能である。

5-1-(8) 置戸Ⅰ組成グループ

置戸山から採取される。置戸Ⅰ組成グループは、図1において、CaO/Al₂O₃比が0.073～0.079、且つCaO値が0.93～0.99wt.%の値を示し、加えて、Na₂O/K₂O比が常に1.0を超えることが特徴である。

5-1-(9) 置戸Ⅱ組成グループ

墓地の沢A、墓地の沢B、所山Aで採取される。図1より雄武組成グループ、紋別組成グループにも近似する。しかし、置戸Ⅱ組成グループは、雄武組成グループと比較した場合、図2においてFeO値が0.91wt.%以下であること、同様に紋別組成グループと比較した場合Al₂O₃値が12.33wt.%以下であり、Cl値が0.06wt.%以上であることが特徴的である。更に、紋別組成グループとは、肉眼でも容易に区別可能である。

5-1-(10) 遠軽組成グループ

遠軽地域から採取される。図1より他の組成グループにも近似するが、図2において遠軽組成グループのCaO値が0.72～0.75wt.%であり、更にNa₂O値が3.69～4.46wt.%の比較的高い値を示すことが特徴である。また常に水に濡れたような独特の光沢がこの産地を特徴づける。

5-1-(11) 雄武組成グループ

雄武地域から採取される。図1より置戸Ⅱ組成グループ、紋別組成グループにも近似している。しかし雄武組成グループは、図2においてFeO値が0.95wt.%以上の値を示すことが特徴である。また、小さな形状のものしか見つからないこともこの産地を特徴づける。

5-1-(12) 生田原Ⅰ組成グループ

生田原地域から採取される。図1より他の組成グループに近似している。しかし、図2において、CaO値が0.77～0.82wt.%であり、且つSiO₂値が75.14～75.63wt.%の低い値を示すことが特徴である。

5-1-(13) 生田原Ⅱ組成グループ

生田原地域から採取される。図1においてCaO/Al₂O₃比が0.047～0.053の値を示し、図2では、CaO値が0.63～0.71wt.%、SiO₂値が75.47～75.94wt.%の低い値を示すのが特徴である。また生田原Ⅰ組成グループと比較した場合、FeO値が0.90～1.08wt.%の低い値を示すことが特徴である。ただし、これらの値は生田原Ⅰ組成グループと比較して誤差の範囲として捉える事もできる。

5-1-(14) 奥尻組成グループ

奥尻地域（奥尻島）から採取される。図1より他の組成グループに近似している。しかし、図2において、SiO₂値が77.29～77.69wt.%の値を示す割には、FeO値が0.47～0.54wt.%のやや低い値を示すのが特徴である。また、奥尻

組成グループは独特の外観を呈し、肉眼でも十分区別可能である。

5-1-(15) 十勝Ⅰ組成グループ

十勝地方から採取される。漆黒色でガラス光沢を呈する。図1においてCaO/Al₂O₃比は、0.055～0.057の範囲を示し、釧路Ⅰ組成グループの同比（0.047～0.051）に近似する。しかし、十勝Ⅰ組成グループは、図2においてCaO値が0.69～0.72wt.%の値を示し、釧路Ⅰ組成グループの同値（0.60～0.65wt.%）より高い値を示すのが特徴である。

5-1-(16) 十勝Ⅱ組成グループ

十勝地方から採取される。図1より豊浦組成グループや旭川Ⅰ組成グループに近似しているが、十勝Ⅱ組成グループは、図2において、FeO値が0.68～1.02wt.%、CaO値が1.00～1.13wt.%を示し、且つ、SiO₂値が77.73～78.11wt.%の範囲を示すことが特徴である。更に、肉眼的に漆黒色にぶい光沢を呈するので容易に分類できる。

5-1-(17) 紋別組成グループ

紋別地域から採取される。図1より他の組成グループに近似している。しかし、図2において、TiO₂値が0.05～0.09wt.%の値、Cl値が0.01～0.06wt.%の低い値を示し、且つ、SiO₂値が77.89～79.06wt.%の範囲を示すことが特徴である。更に、その特徴的な外観で容易に他のグループと区別がつく。

5-1-(18) 留辺蘂Ⅰ組成グループ

岩山ノ沢Bで採取される。図1において他の組成グループに近似し、特に旭川Ⅰ組成グループに似ている。しかし、図2において、旭川Ⅰ組成グループと比較した場合、留辺蘂Ⅰ組成グループは、TiO₂値が0.06～0.09wt.%の値、Cl値が0.07～0.11wt.%のやや高い値を示し、且つSiO₂値が76.26～77.30wt.%のやや低い値を示すことが特徴である。

5-1-(19) 留辺蘂Ⅱ組成グループ

分岐A、通子沢A、七ノ沢Bで採取される。留辺蘂Ⅱ組成グループは、図1においてCaO/Al₂O₃比が0.107～0.115の値を示し、北海道内から産出する黒曜石中では、旭川Ⅱ組成グループに次いで高い値になる。図2においてもCaO値が1.45～1.55wt.%であり、これも同様に旭川Ⅱ組成グループに次いで高い値になるのが特徴である。

5-1-(20) 豊浦組成グループ

豊浦地域で採取される。図1より他の組成グループにも似ているが、図2において豊浦組成グループのCl値が0.15wt.%以上の高い値を示すことが特徴であり、双方を合わせる事で容易に区別がつく。

5-1-(21) 釧路Ⅰ組成グループ

釧路地域から採取される。図1においてCaO/Al₂O₃比は、0.047～0.051の範囲を示し、白滝Ⅱ組成グループの同比（0.041～0.044）と十勝Ⅰ組成グループの同比（0.055～0.057）に近似する。しかし、SiO₂-Na₂O/CaO関係図で比較した場合、釧路Ⅰ組成グループはNa₂O/CaO比が6.112～6.598の範囲を示し、白滝Ⅱ組成グループの同比（6.316～7.163）、十勝Ⅰ組成グループの同比（3.820～5.486）のほぼ中間に位置し区別することができる。鏡下では目立った結

晶を含まない。

5-1-(22) 釧路Ⅱ組成グループ

釧路地域から採取される。図1においてCaO/Al₂O₃比は、0.095～0.120の範囲を示し、これまで分かっている北海道内のどの組成グループにも属さない。鏡下では0.05mm前後の結晶が目立つ。

5-1-(23) 中川組成グループ

中川地域から採取される。図1及び図2においてCaO/Al₂O₃比は、0.035～0.037の範囲を示し、TiO₂/K₂O比は、0.002～0.011、CaO値も0.45～0.47wt.%を示す。近似する白滝Ⅰ組成グループの分析値は、CaO/Al₂O₃比が、0.031～0.033、TiO₂/K₂O比が、0.004～0.009、CaO値も0.40～0.42wt.%であり区別することができる。

5-2 黒曜石の原産地（噴出源）

5-2-(1) 旭川地域

この地域からは、EPMAによる分析・同定によって、旭川Ⅰ・Ⅱ組成グループ、滝川組成グループに属する黒曜石が産出する。いずれも、新第三紀鮮新世の高砂台礫層から二次的な堆積物として採取されている。旭川Ⅰ・Ⅱ組成グループは、北空知地方まで分布していることがこれまでの広域調査によって明らかになっているが、噴出源については未だ明らかになっていない。しかし、旭川Ⅰ組成グループのK-Ar法による年代測定では、3.87±0.19Maの値が得られており（向井・和田，2002），今後の噴出源の調査において有力な情報である。

5-2-(2) 北空知地方

この地方からは、主に滝川組成グループに属する黒曜石が産出する他、旭川Ⅰ・Ⅱ組成グループの黒曜石も採取される。いずれも、第四紀更新世の低位段丘堆積層、すなわち礫・砂・凝灰質の粘土からなる地層中から採取されている。滝川組成グループは、旭川地域（最北は愛別町）から北空知地方一帯に限って分布しているが、噴出源については、未だ明らかになっていない。

5-2-(3) 白滝地域

白滝地域は、白滝Ⅰ・Ⅱ組成グループに分類される。白滝Ⅰ組成グループは、872mのピーク付近が噴出源であり、白滝Ⅱ組成グループは、赤石山山頂付近が噴出源である。双方ともに黒曜石の溶岩が露出している。噴火史については、最近になって詳細な調査・報告が行われている（和田・佐野，2015）ので、そちらを参照されたい。

5-2-(4) 名寄地域

名寄地域では、知恵文丘陵や忠烈布丘陵において、後期中新世に属する川西層中から黒曜石を採取できる。噴出源については、周辺に流紋岩の岩体が存在し、それが関与している可能性もあり調査を行ったが未だ明らかになっていない。フィッシュン・トラック法による年代測定では5.90Ma、5.93Ma、5.91Maの値が既に知られており、今後の噴出源の調査において有力な情報と言える。

5-2-(5) 赤井川地域

赤井川地域では、周辺地域の調査を行った結果、中の沢

川上流の三角点（613.5m）より北西側の斜面の堆積物中に、多数の黒曜石礫を採取可能である。従って、この三角点付近からその南側の669mのピーク付近までに黒曜石の噴出源が存在する可能性がある。

5-2-(6) 置戸地域

置戸地域では、2つの組成グループに分類され、置戸Ⅰ組成グループは置戸山山頂付近、置戸Ⅱ組成グループは所山山頂付近がそれぞれ噴出源である。置戸地域の黒曜石は、常呂川によって下流域に流され広範囲に分布しているのが知られている。

5-2-(7) 遠軽地域

遠軽地域では、新第三紀中新世後期に相当する社名淵層上部層の谷本川火砕岩の火山礫凝灰岩に含まれる礫として存在する。しかし噴出源については、明らかではなく今後、更に広域調査が必要となる。

5-2-(8) 雄武地域

雄武地域では、元稲府溶岩中に3～5mほどの幅のレンズ状の黒曜石が知られており、この溶岩が分布する音稲府川の上流域に噴出源があると考えられるが、詳細な踏査はその後行っていない。

5-2-(9) 生田原地域

生田原地域では、背谷牛山山頂より南南東の488mのピーク（マップの459mピークから南西約825m付近）をもつ尾根の南側斜面に多数の黒曜石を現地調査によって確認しており、この近辺に局所的な黒曜石の岩体が存在する可能性がある。

5-2-(10) 奥尻地域

奥尻地域では、勝淵山が黒曜石の噴出源である。

5-2-(11) 十勝地方

十勝地方における黒曜石の分布場所と分析結果から、ガラス光沢を呈する十勝Ⅰ組成グループは、現在の南クマネシリ岳山頂より西側近辺が噴出源で、それは新第三紀中新世頃と考えられる。それに対し、にぶい光沢を呈する十勝Ⅱ組成グループは、然別川上流域が噴出源と考えられるが、この詳細な場所については未だ明らかになっていない。

5-2-(12) 紋別地域

紋別地域では、上モベツ川上流域の他、上モベツ九線川流域やシマララギ川流域、シブノツナイ川流域などで中期中新世の上モベツ流紋岩溶岩部層が知られており、このうちの“黒曜石及び真珠岩溶岩”の層が分布する地域一帯が噴出源であると考えられる。

5-2-(13) 留辺蘂地域

留辺蘂地域では、2つの組成グループに分類される。ケショマップ川、武利川、七ノ沢それぞれの上流域に鮮新世末期～更新世にかけて噴出したとされる武利溶結凝灰岩がひろく分布している。現地調査で確認できたように、1,019mのピークとする山の標高約810～850m付近に上下2枚の黒曜石溶岩の層が見られる。従って、この周辺が留辺蘂Ⅰ・Ⅱ組成グループの噴出源に相当すると考えられる。

5-2-(14) 豊浦地域

豊浦地域では、 $0.13 \pm 0.03\text{Ma}$ に噴出した洞爺カルデラに起因する火砕流堆積物中（奥村ほか，1984）に黒曜石を確認できる程度であり，噴出源は明らかでない。

5-2-(15) 釧路地域

釧路地域では，2つの組成グループに分類される。釧路Ⅰ組成グループは，更新世前期の釧路層群中の軽石を主体とする火砕流に関与していると考えられる。このため，この火砕流を発生させた噴出源が黒曜石の原産地と推定できる。これに対し釧路Ⅱ組成グループは，クチョロ原野地区の久著呂川Aから河川の礫として採取でき，更に上流域には，“弟子屈火山”の基底火山碎屑物中に黒曜石の破片を含む（佐藤・垣見，1967）ことから，噴出源はこの火山に関係していると推定できる。

5-2-(16) 中川地域

中川地域で採取された黒曜石は，近辺にあるような雄武産や名寄・下川産などのような原産地ではなく，これまで北海道内では知られていない未知の噴出源を意味しており，そこから運搬され堆積した黒曜石の可能性を示唆している。今後，周辺における同年代の地層に焦点を絞って天塩川流域における黒曜石の分布を詳細に調査すれば噴出源が特定できるかもしれない。

まとめ

(1) これまで10数年間にわたる北海道内における全ての地域の現地調査と，そこから採取した黒曜石ガラスのEPMAによる主成分化学組成の分析・分類がほぼ終了し，16地域・地方において23種類の組成グループに分類可能なことが明らかとなった。

(2) 現地調査を実施し文献を調べるなど常に地質学的な立場から考察を実施したことで，黒曜石の噴出源の特定及び推定ができた他，これまで黒曜石の産出場所が分散し，そのため従来の研究結果では別々に分類・記載されていた黒曜石についても同一の組成グループにまとめることやその可能性を考察することができた。これによって北海道内の遺跡から発掘される黒曜石製石器の原産地同定への応用が可能となった。また，そのことは先史時代における黒曜石の運搬経路が判明し，ひいては黒曜石とともにやってきた文化・技術の伝播経路とともに，黒曜石の石器という“モノ”を通じた間接的ではあるが科学的に人々の交易・交流が明らかになることを意味している。

(3) EPMAによる分析手法は，これまで実施されている蛍光X線分析法などを補完する新しい手法であるとともに，これまでの原産地同定の結果について検証可能なことも意味している。

(4) これまでの調査・分析結果は，古代から中世，そして近世にかけて発展していく環日本海における大陸も含めた人々の交易・交流を探るための基礎研究として確立され，今後その応用が十分期待できるものとなった。

謝 辞

旭川市教育委員会の友田哲弘氏及び大倉千加子調査補助員（当時），滝川市美術自然史館の吉住晴美学芸員（当時），下川町教育委員会の今井真司学芸員（当時）及び古屋暁子学芸員（当時）には，有用な助言及び意見をたくさん頂戴した他，調査にも同行して頂いた。下川町森林組合の遠藤逸夫氏（当時）には，現地を案内して頂き，有用な助言をたくさん頂戴した。新十津川町在住の河村守氏には，露頭の案内及び黒曜石の提供を受けた。北海道教育大学旭川校の川島秀夫君（当時），渋谷亮太君（当時），上野真智子さん（当時），小樽市立松ケ枝中学校教諭の濱谷武司氏（当時）には現地の調査へ同行して頂いた。小樽市教育委員会の石神敏氏（当時）には詳細な採取場所について教示して頂いた。太平洋セメント株式会社の久保幹雄氏（当時）には，快く現地の案内をして頂いた。上士幌町の環境省自然環境局の栗林清証自然保護官（当時）及び北海道森林管理局帯広分局の方々には，許可申請手続きにおいて大変お世話になった。帯広市の白川真由美さん（当時）及び本別町の吉田光子さん，吉田誠一氏には，現地における案内の他に黒曜石のサンプルを多数頂戴した。株式会社タナカコンサルタントの文化財調査室の豊原熙司室長（当時）と同じく文化財調査室の坂井通子（当時）さん，北見市教育委員会北網圏北見文化センターの太田敏量氏，白滝村教育委員会（現遠軽町教育委員会）の社会教育課の松村愉文学芸員には，現地調査に同行して頂き，有用な助言を頂いた。株式会社パレオ・ラボ北海道営業所の中村賢太郎氏（当時）には，釧路地域における黒曜石の産出地について貴重な情報を提供して頂いた。愛別小学校の原武利教諭（当時）には愛別町の現地を案内して頂いた。愛別小学校の安田竜司君（当時）には，愛別町内で採取した黒曜石を頂戴した。北海道教育大学教授の和田恵治氏には，EPMA（JEOL-JXA8600）の使用に関して特段の便宜を計って頂いた他，研究全般についてご指導頂いた。以上の方々に心から深く感謝致します。

なお本研究には，平成16年度笹川科学研究助成金（研究番号：16-353G）の他，平成17年度科学研究費補助金（奨励研究）の一部，平成20年度藤原ナチュラヒストリー振興財団の一部，平成21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形成と変容」の一部を使用した。

文 献

- 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曜石礫とその意義．北海道開拓記念館研究紀要，第24号，9-16。
- 雁沢好博（1992） 西南北海道渡島半島の新第三系層序と古地理．地質学論集，37，11-23。
- 長谷川 健・猪狩俊哉・大平達雄・田切美智雄・向井正幸・和田恵治（2016） 考古学と自然科学 第70号，13-19。
- 秦 光男（1997） 新奥尻町史上巻．奥尻町，103-162。
- 北海道立地質研究所編（2010） 上川支庁管内の地質と地下

- 資源Ⅲ 上川地方北部. 1-60.
- 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序と対比. 地質学雑誌, 89, 163-172.
- 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 (2014) 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. 東京大学常呂実習施設研究報告 第12集, 103-122.
- 加藤 誠・勝井義雄・北川芳男・松井 愈 (1990) 日本の地質 1 北海道地方. 共立出版株式会社, 337P.
- 川上源太郎・廣瀬 亘・大津 直・石丸 聡 (2009) 上川支庁管内の地質と地下資源 II 上川地方中部. 上川支庁産業振興部, 84P.
- 奥水達司 (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. 名寄市文化財調査報告書Ⅳ. 83-90. 名寄市教育委員会.
- 奥水達司 (1991) 名寄市智北4遺跡の年代および同遺跡出土の黒曜石片の原産地. 名寄市文化財調査報告書Ⅵ, 73-78. 名寄市教育委員会.
- 国府谷盛明・長谷川 潔・松井公平 (1964) 5万分の1地質図幅および同説明書「白滝」. 北海道開発庁, 28P.
- 松村愉文・瀬下直人 (2003) 白滝第30地点遺跡: 一般国道450号白滝村白滝道路改良工事に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書, 白滝村教育委員会, 274P.
- 松波武雄・八幡正弘・松下勝秀 (2002) 5万分の1地質図幅説明書「上渚滑」. 北海道立地質研究所, 50P.
- 三谷勝利・石山昭三 (1982) 5万分の1地質図幅および同説明書「高島」. 北海道立地下資源調査所, 30P.
- 三谷勝利・松澤逸己・高橋功二 (1976) 5万分の1地質図幅および同説明書「上士幌」. 北海道立地下資源調査所, 36P.
- 三谷勝利・小山内 熙・橋本 亘 (1958) 5万分の1地質図幅および同説明書「足寄太」. 北海道開発庁, 66P.
- 水野篤行・佐藤 茂・角 靖夫 (1963) 5万分の1地質図幅および同説明書「阿寒」. 北海道開発庁, 67P.
- 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, No. 9, 27-30.
- 向井正幸 (2005) 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, No. 11, 31-38.
- 向井正幸 (2005) 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, No. 11, 21-30.
- 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, No. 11, 9-20.
- 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, No. 12, 27-61.
- 向井正幸 (2007) 九州北部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, No. 13, 13-34.
- 向井正幸 (2008) 南九州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, No. 14, 1-30.
- 向井正幸 (2009) 釧路地域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第1号, 27-38.
- 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第2号, 1-34.
- 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第3号, 1-8.
- 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第4号, 1-8.
- 向井正幸 (2013) 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第5号, 1-16.
- 向井正幸 (2014) 東京都神津島から産出する黒曜石ガラスの化学組成. 旭川市科学館研究報告第10号, 1-14.
- 向井正幸 (2015) 北海道中川郡中川町字国府(丸山)から産出する黒曜石礫. 士別市立博物館報告第33号, 1-10.
- 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, No. 6, 51-64.
- 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, No. 10, 35-40.
- 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, No. 7, 23-30.
- 向井正幸・和田恵治 (2002) 北海道中央部, 旭川地域に産出する黒曜石のK-Ar年代. 旭川市博物館研究報告, No. 8, 59-61.
- 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, No. 9, 19-26.
- 向井正幸・和田恵治 (2004) 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No. 10, 41-46.
- 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, No. 10, 47-56.
- 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, No. 8, 47-58.
- 野地正保・渡辺 順・魚住 悟・鈴木 守 (1967) 5万分の1地質図幅および同説明書「丸瀬布」. 北海道開発庁, 23P.
- 岡 孝雄 (1986) 5万分の1地質図幅および同説明書「中士幌」. 北海道立地下資源調査所, 75P.
- 岡 孝雄・濱田誠一・広田知保 (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. 75P, 北海道開発局農業水産部・北海道立地下資源調査所.
- 奥村晃史・八木浩司・寒川 旭 (1984) 黒松内低地帯の後期更新世段丘に関する年代資料. 第四紀研究, 23, 209-212.
- 太田良平 (1956) 5万分の1地質図幅説明書「虻田」. 地

- 質調査所, 75P.
- 太田良平・上村不二雄・大沢 禾農 (1954) 5 万分の 1 地質図幅説明書「仁木」. 北海道開発庁, 55P.
- 酒匂純俊・浅井 宏・金山吉祐 (1964) 5 万分の 1 地質図幅説明書「北見富士」. 北海道開発庁, 26P.
- 佐藤博之・垣見俊弘 (1967) 5 万分の 1 地質図幅および同説明書「弟子屈」. 北海道開発庁, 67P.
- 沢村孝之助・秦 光男 (1965) 5 万分の 1 地質図および同説明書「留辺蘂」. 北海道開発庁, 42P.
- 志村俊昭 (1995) EPMA からパソコン用表計算ソフトへのデータ転送システム. 情報地質, 6, 31-40.
- 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」. 北海道立地下資源調査所, 20P.
- 玉生志郎 (1978) ガラスによるフィッシュ・トラック年代測定. 日本地質学会第85年学術大会講演要旨, 288.
- 土居繁雄・松井公平・藤原哲夫 (1958) 5 万分の 1 地質図幅説明書「豊浦」. 北海道立地下資源調査所, 36P.
- 堤 隆 (1998) 氷期の終末と細石刃文化の出現. 科学, 68 : 329-336.
- ウラジーミル・K・ポポフ (2014) 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. 東京大学常呂実習施設研究報告 第12集, 43-56.
- 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.
- 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回大会要旨集, 82-83.
- 和田恵治・向井正幸・出穂雅実・赤井文人・中沢祐一 (2014) 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. 東京大学常呂実習施設研究報告 第12集, 57-74.
- 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 第37号, 59-70.
- 和田恵治・佐野恭平 (2011) 白滝黒曜石化学組成と微細組織—原産地推定のための地質・岩石資料—. 旧石器石研究, 7, 57-73.
- 和田恵治・佐野恭平 (2015) 北海道, 白滝ジオパークの黒曜石溶岩の内部構造. 火山, 2, 151-158.
- 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ーエ地域の玄武岩台地における火山活動の特質.
- 藁科哲男・東村武信 (1983) 石器原材の産地分析. 考古学と自然科学, 16 : 59-89.
- 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」. 北海道立地下資源調査所, 103P.
- 山田敬一・寺岡易司・石田正夫 (1963) 5 万分の 1 地質図幅および同説明書「生田原」. 北海道開発庁, 35P.
- 山田敬一・寺岡易司・石田正夫 (1964) 5 万分の 1 地質図幅および同説明書「北見富士」. 北海道開発庁, 31P.
- 山岸宏光・安藤重幸 (1982) 5 万分の 1 地質図幅および同説明書「然別湖」. 北海道開発庁, 22P.

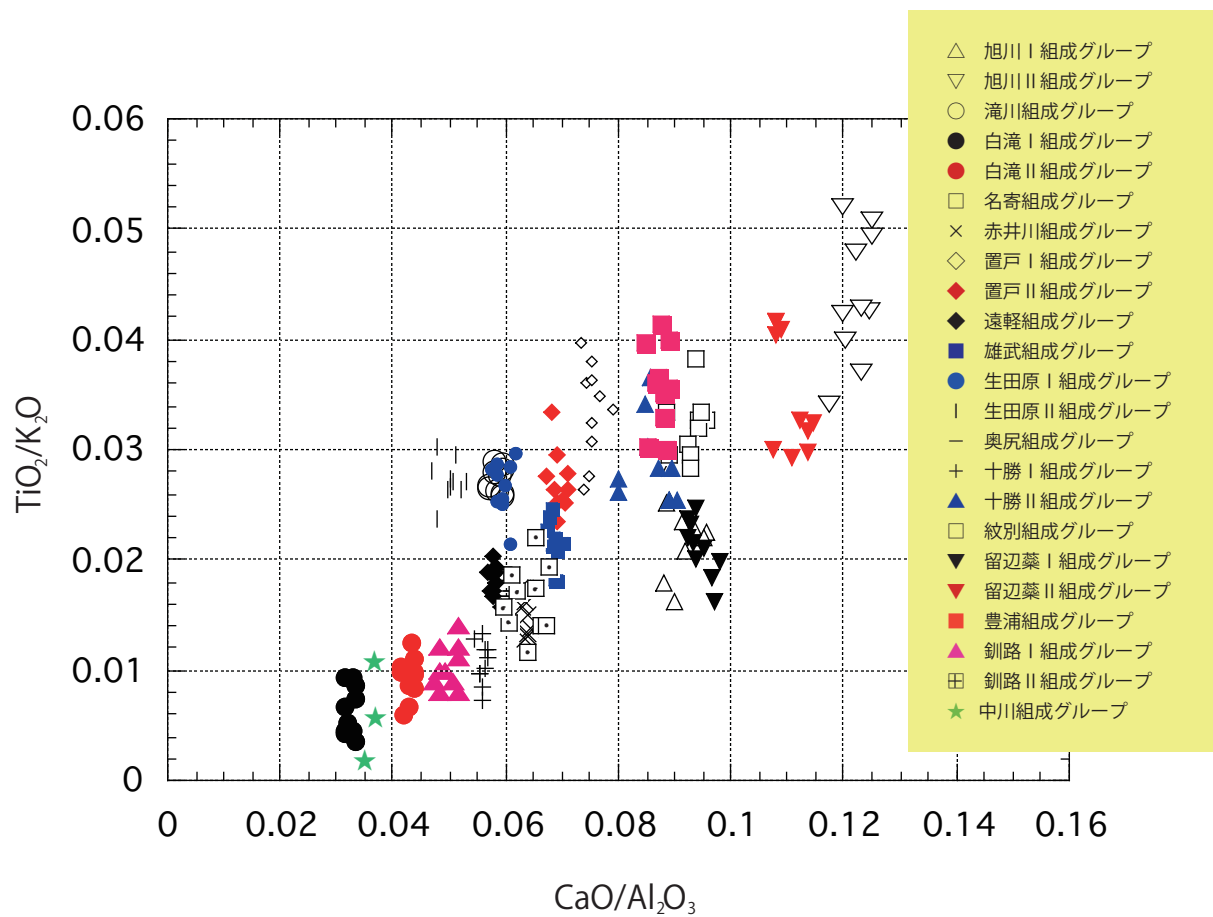


図1 北海道における $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ の関係図.

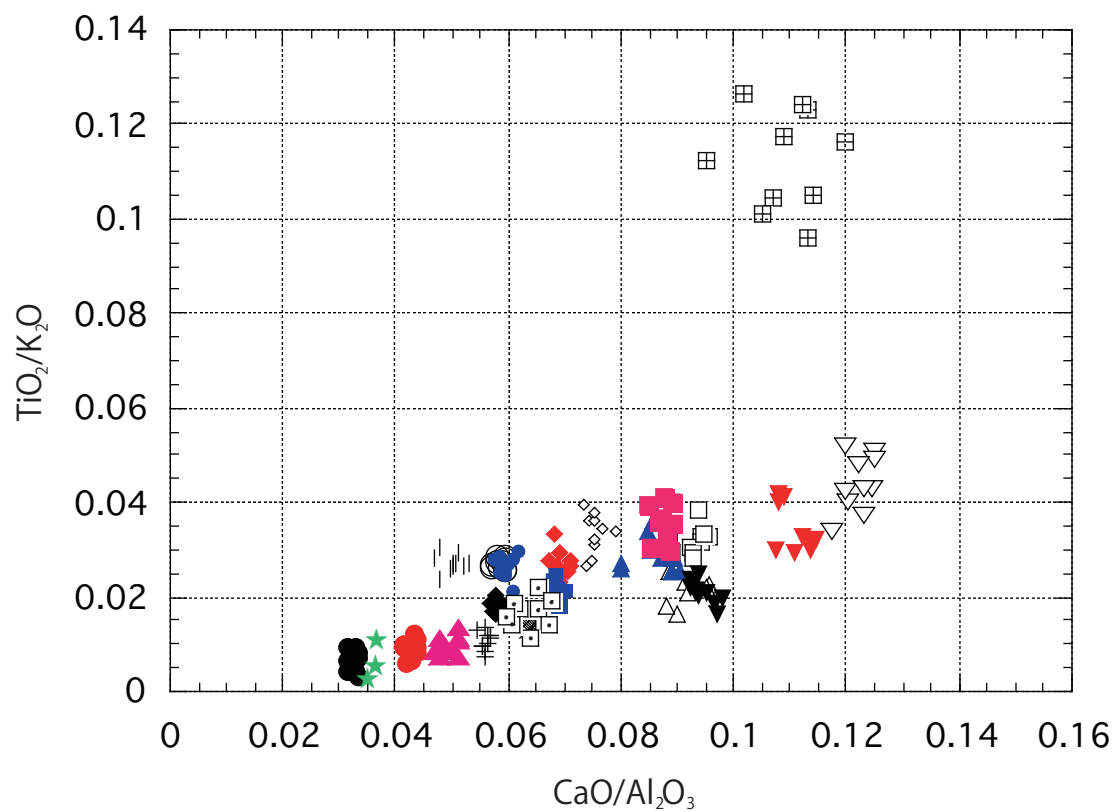


図1' 北海道における $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ の関係図.

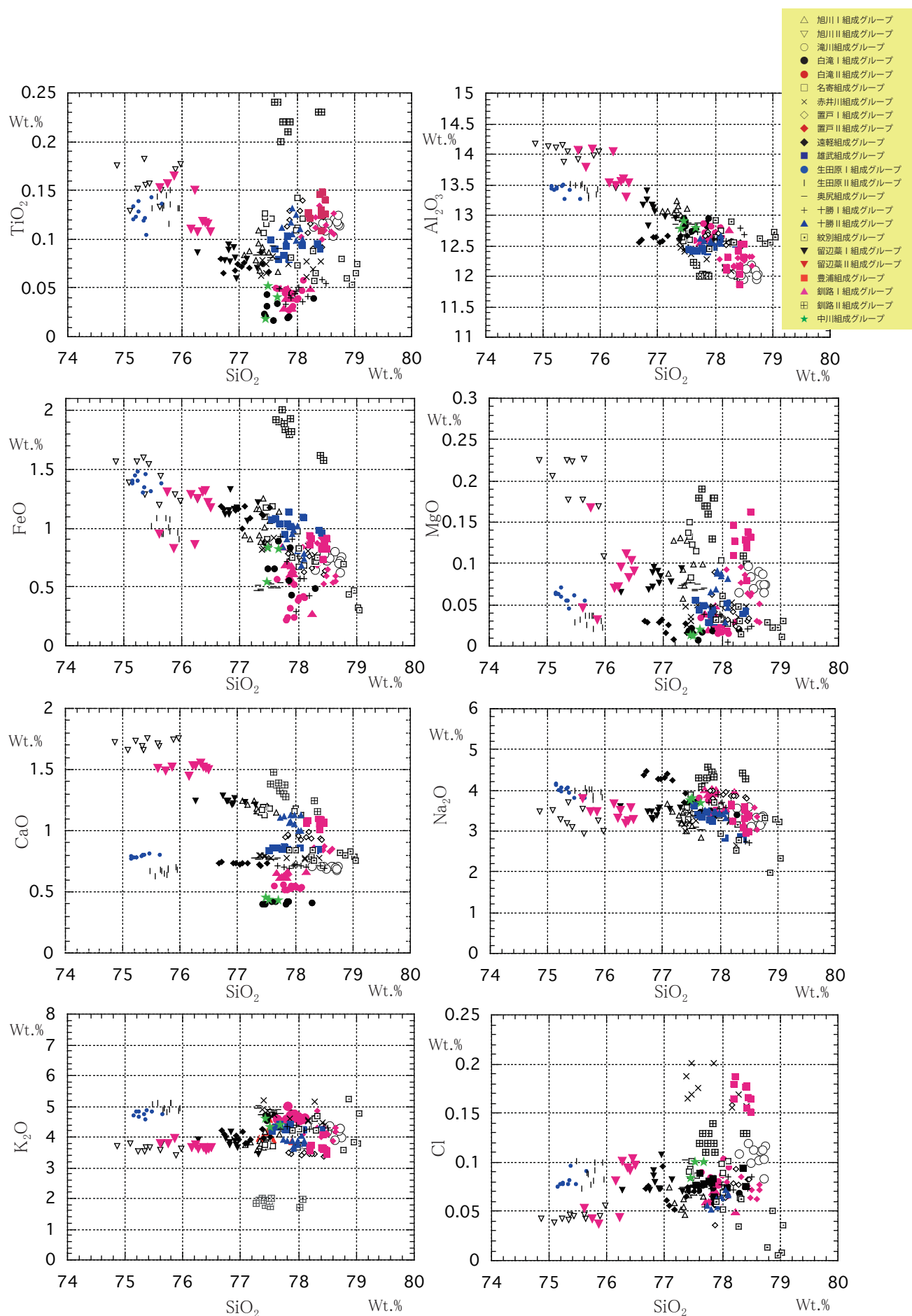


図2 北海道における SiO_2 - TiO_2 , Al_2O_3 , FeO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , Cl の関係図.

付表1 北海道における黒曜石ガラスの化学分析値.

地域・地方名	旭川	旭川	旭川	旭川	旭川	旭川	旭川	旭川	旭川	旭川
地区名	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖	台場	台場	台場
地点名	Higashitakasu B	Higashitakasu B	Higashitakasu B	Higashitakasu B	Higashitakasu B	Higashitakasu C	Higashitakasu C	Daiba A	Daiba A	Daiba A
試料名	東鷹栖(B-3)	東鷹栖(B-7)	東鷹栖(B-9)	東鷹栖(B-12)	東鷹栖(B-13)	東鷹栖(C-3)	東鷹栖(C-4)	台場(A-2)	台場(A-3)	台場(A-5)
試料番号	981007-02-3	981007-02-7	981007-02-9	981007-02-12	981007-02-13	981007-03-3	981007-03-4	021003-01-2	021003-01-3	021003-01-5
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.095	0.095	0.091	0.088	0.089	0.092	0.090	0.093	0.089	0.088
TiO ₂ /K ₂ O	0.022	0.022	0.023	0.025	0.026	0.021	0.016	0.023	0.028	0.018
Na ₂ O/CaO	2.934	2.714	2.629	2.786	2.788	2.531	2.481	2.874	2.710	2.968
組成グループ	旭川Ⅰ	旭川Ⅰ	旭川Ⅰ	旭川Ⅰ	旭川Ⅰ	旭川Ⅰ	旭川Ⅰ	旭川Ⅰ	旭川Ⅰ	旭川Ⅰ
SiO ₂	77.09	77.29	77.51	77.41	77.33	77.41	77.68	77.17	77.32	77.35
TiO ₂	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.09	0.07	0.09	0.11	0.07
Al ₂ O ₃	13.07	13.04	13.11	12.99	13.09	12.94	12.81	13.07	13.22	13.15
FeO	0.94	1.16	1.06	1.25	1.17	1.01	1.14	0.91	0.94	0.88
MnO	0.03	0.06	0.04	0.07	0.05	0.07	0.05	0.06	0.05	0.05
MgO	0.09	0.13	0.10	0.13	0.09	0.08	0.10	0.13	0.06	0.07
CaO	1.25	1.24	1.20	1.15	1.16	1.19	1.15	1.22	1.18	1.16
Na ₂ O	3.66	3.37	3.14	3.20	3.24	3.00	2.86	3.49	3.19	3.43
K ₂ O	3.73	3.58	3.70	3.66	3.72	4.17	4.09	3.82	3.88	3.80
Cl	0.07	0.05	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05
Total	100.02	100.01	100.02	100.02	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01

地域・地方名	旭川	旭川	旭川	旭川	旭川	旭川	旭川	旭川	旭川	旭川
地区名	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖	東鷹栖
地点名	Higashitakasu B	Higashitakasu C	Higashitakasu C	Higashitakasu C	Higashitakasu C	Higashitakasu C	Higashitakasu C	Higashitakasu C	Higashitakasu C	Higashitakasu C
試料名	東鷹栖(B-8)	東鷹栖(C-5)	東鷹栖(C-7)	東鷹栖(C-8)	東鷹栖(C-10)	東鷹栖(C-14)	東鷹栖(C-15)	東鷹栖(C-16)	東鷹栖(C-18)	東鷹栖(C-19)
試料番号	981007-02-8	981007-03-5	981007-03-7	981007-03-8	981007-03-10	981007-03-14	981007-03-15	981007-03-16	981007-03-18	981007-03-19
測定点数	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.125	0.120	0.125	0.123	0.120	0.122	0.118	0.125	0.123	0.120
TiO ₂ /K ₂ O	0.051	0.040	0.049	0.037	0.042	0.048	0.034	0.043	0.043	0.052
Na ₂ O/CaO	1.870	1.734	1.716	2.070	2.235	2.018	2.116	1.764	1.894	1.900
組成グループ	旭川Ⅱ	旭川Ⅱ	旭川Ⅱ	旭川Ⅱ	旭川Ⅱ	旭川Ⅱ	旭川Ⅱ	旭川Ⅱ	旭川Ⅱ	旭川Ⅱ
SiO ₂	75.89	75.64	75.97	75.61	75.36	74.87	75.09	75.44	75.22	75.33
TiO ₂	0.17	0.15	0.18	0.13	0.16	0.18	0.13	0.16	0.15	0.18
Al ₂ O ₃	13.97	14.07	14.04	13.92	13.87	14.16	14.12	14.04	14.10	14.14
FeO	1.28	1.44	1.23	1.20	1.29	1.56	1.39	1.54	1.56	1.59
MnO	0.09	0.04	0.08	0.08	0.06	0.07	0.08	0.06	0.05	0.06
MgO	0.17	0.23	0.11	0.18	0.18	0.22	0.21	0.22	0.31	0.23
CaO	1.74	1.69	1.76	1.71	1.66	1.73	1.66	1.75	1.74	1.69
Na ₂ O	3.26	2.93	3.01	3.54	3.71	3.48	3.50	3.09	3.29	3.21
K ₂ O	3.39	3.77	3.60	3.59	3.67	3.70	3.80	3.67	3.55	3.53
Cl	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04
Total	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01

地域・地方名	北空知	北空知	北空知	北空知	旭川	旭川	旭川	北空知	北空知	北空知
地区名	北竜	北竜	北竜	北竜	旭川	旭川	旭川	秩父別	秩父別	新十津川
地点名	Bibaushi A	Hekisui A	Hekisui B	Hekisui C	Higashitakasu B	Higashitakasu B	Higashitakasu B	Nakayama A	Nakayama B	Yamato A
試料名	美葉牛(A-1)	碧水(B-1)	碧水(B-1)	碧水(C-11)	東鷹栖(B-22)	東鷹栖(B-25)	東鷹栖(B-27)	中山(A-9)	中山(B-3)	大和(A-11)
試料番号	020827-06-1	020827-03-7	020827-04-1	020827-05-11	981007-02-22	981007-02-25	981007-02-27	020827-01-9	020827-02-3	010913-01-11
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.059	0.059	0.058	0.059	0.057	0.057	0.058	0.059	0.058	0.059
TiO ₂ /K ₂ O	0.028	0.029	0.026	0.026	0.027	0.027	0.028	0.026	0.029	0.028
Na ₂ O/CaO	4.413	4.764	4.753	5.078	4.711	4.546	4.545	5.026	4.843	4.835
組成グループ	滝川	滝川	滝川	滝川	滝川	滝川	滝川	滝川	滝川	滝川
SiO ₂	78.63	78.74	78.62	78.48	78.71	78.53	78.70	78.28	78.71	78.45
TiO ₂	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	0.12
Al ₂ O ₃	12.12	12.05	12.19	11.96	11.96	12.10	12.11	12.05	12.02	12.03
FeO	0.75	0.76	0.81	0.72	0.73	0.75	0.70	0.64	0.63	0.78
MnO	0.06	0.06	0.07	0.05	0.10	0.08	0.08	0.09	0.03	0.06
MgO	0.07	0.08	0.09	0.08	0.07	0.07	0.09	0.07	0.06	0.10
CaO	0.72	0.71	0.71	0.71	0.68	0.69	0.70	0.71	0.69	0.71
Na ₂ O	3.15	3.38	3.37	3.60	3.21	3.13	3.17	3.57	3.34	3.41
K ₂ O	4.26	3.99	3.94	4.18	4.31	4.40	4.22	4.37	4.29	4.24
Cl	0.11	0.12	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.08	0.12
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

地域・地方名	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝
地区名	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝
地点名	Tokachiishizawa-gawa A	Tokachiishizawa-gawa A	Tokachiishizawa-gawa A	Tokachiishizawa-gawa A	Tokachiishizawa-gawa A	Tokachiishizawa-gawa A	Tokachiishizawa-gawa A	Tokachiishizawa-gawa A	Tokachiishizawa-gawa A	Tokachiishizawa-gawa A
試料名	十勝石沢川(A-1)	十勝石沢川(A-6)	十勝石沢川(A-10)	十勝石沢川(A-12)	十勝石沢川(A-13)	十勝石沢川(A-14)	十勝石沢川(A-15)	十勝石沢川(A-17)	十勝石沢川(A-21)	十勝石沢川(A-22)
試料番号	030522-01-1	030522-01-6	030522-01-10	030522-01-12	030522-01-13	030522-01-14	030522-01-15	030522-01-17	030522-01-21	030522-01-22
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.032	0.031	0.031	0.031	0.031
TiO ₂ /K ₂ O	0.009	0.005	0.009	0.008	0.004	0.005	0.004	0.005	0.007	0.009
Na ₂ O/CaO	8.275	7.994	7.993	8.237	8.838	8.969	8.818	8.813	8.716	9.370
組成グループ	白滝Ⅰ	白滝Ⅰ	白滝Ⅰ	白滝Ⅰ	白滝Ⅰ	白滝Ⅰ	白滝Ⅰ	白滝Ⅰ	白滝Ⅰ	白滝Ⅰ
SiO ₂	78.27	77.85	77.87	77.65	77.58	77.42	77.83	77.44	77.47	77.47
TiO ₂	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04
Al ₂ O ₃	12.58	12.84	12.95	12.80	12.74	12.78	12.87	12.96	12.91	12.82
FeO	0.49	0.84	0.44	0.90	0.66	0.88	0.56	0.89	0.85	0.66
MnO	0.09	0.03	0.05	0.07	0.07	0.05	0.03	0.06	0.06	0.07
MgO	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
CaO	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	0.40	0.41	0.40	0.40
Na ₂ O	3.41	3.37	3.36	3.48	3.73	3.64	3.52	3.56	3.52	3.75
K ₂ O	4.63	4.56	4.80	4.58	4.72	4.71	4.67	4.57	4.66	4.68
Cl	0.07	0.06	0.06	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09
Total	100.02	100.01	100.01	100.02	100.02	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

付表2 北海道における黒曜石ガラスの化学分析値.

地域・地方名	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝
地区名	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝	白滝
地点名	Akaishiyama A	Akaishiyama A	Akaishiyama A	Akaishiyama A	Akaishiyama A	Akaishiyama A	Akaishiyama A	Akaishiyama A	Akaishiyama A	Akaishiyama A
試料名	赤石山(A-4)	赤石山(A-5)	赤石山(A-7)	赤石山(A-10)	赤石山(A-14)	赤石山(A-15)	赤石山(A-18)	赤石山(A-19)	赤石山(A-22)	赤石山(A-26)
試料番号	010827-01-4	010827-01-5	010827-01-7	010827-01-10	010827-01-14	010827-01-15	010827-01-18	010827-01-19	010827-01-22	010827-01-26
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.044	0.043	0.043	0.041	0.044	0.042	0.043	0.041	0.043	0.043
TiO ₂ /K ₂ O	0.010	0.010	0.007	0.010	0.011	0.006	0.008	0.010	0.009	0.013
Na ₂ O/CaO	6.726	6.537	6.728	6.580	6.964	7.163	6.316	6.489	6.780	6.396
組成グループ	白滝II	白滝II	白滝II	白滝II	白滝II	白滝II	白滝II	白滝II	白滝II	白滝II
SiO ₂	77.77	77.92	77.91	77.79	77.62	77.84	77.99	78.07	78.00	78.10
TiO ₂	0.04	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.04	0.05	0.04	0.06
Al ₂ O ₃	12.87	12.83	12.52	12.73	12.60	12.67	12.72	12.82	12.66	12.66
FeO	0.23	0.12	0.25	0.14	0.25	0.09	0.32	0.07	0.42	0.16
MnO	0.06	0.06	0.05	0.05	0.07	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04
MgO	0.03	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02
CaO	0.56	0.56	0.53	0.53	0.55	0.53	0.55	0.53	0.54	0.55
Na ₂ O	3.78	3.63	3.58	3.44	3.83	3.77	3.48	3.41	3.65	3.48
K ₂ O	4.59	4.63	4.78	5.04	4.59	4.71	4.70	4.58	4.57	4.63
Cl	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09	0.07	0.10	0.10
Total	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.01	100.02	100.02

地域・地方名	名寄	名寄	名寄	名寄	名寄	名寄	名寄	名寄	名寄	名寄
地区名	知恵文	池の上	池の上	池の上	池の上	池の上	池の上	池の上	池の上	池の上
地点名	Chiebun A	Chuureppu C	Chuureppu C	Chuureppu C	Chuureppu E	Chuureppu G	Chuureppu H	Chuureppu H	Chuureppu H	Chuureppu H
試料名	知恵文(A-1)	忠烈布(C-1)	忠烈布(C-4)	忠烈布(C-6)	忠烈布(E-1)	忠烈布(G-1)	忠烈布(H-1)	忠烈布(H-2)	忠烈布(H-4)	忠烈布(H-6)
試料番号	011013-01-1	011012-01-1	011012-01-4	011012-01-6	011012-03-1	011012-06-1	011013-09-1	011013-09-2	011013-09-4	011013-09-6
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.096	0.089	0.094	0.094	0.089	0.094	0.092	0.093	0.095	0.093
TiO ₂ /K ₂ O	0.033	0.029	0.033	0.032	0.033	0.038	0.030	0.029	0.033	0.028
Na ₂ O/CaO	3.276	3.120	2.875	2.756	3.001	2.814	3.127	2.935	2.955	3.043
組成グループ	名寄	名寄	名寄	名寄	名寄	名寄	名寄	名寄	名寄	名寄
SiO ₂	77.49	77.46	77.56	77.45	78.10	78.00	78.00	77.98	77.43	77.41
TiO ₂	0.12	0.06	0.12	0.05	0.12	0.04	0.11	0.03	0.13	0.05
Al ₂ O ₃	12.48	12.71	12.59	12.02	12.74	12.63	12.57	12.47	12.58	12.63
FeO	0.87	0.20	0.90	0.12	1.19	0.13	0.68	0.09	0.82	0.10
MnO	0.03	0.04	0.06	0.06	0.07	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05
MgO	0.12	0.02	0.08	0.03	0.12	0.02	0.13	0.02	0.03	0.01
CaO	1.19	0.07	1.13	0.08	1.19	0.05	1.13	0.12	1.19	0.04
Na ₂ O	3.89	3.24	3.53	0.21	3.40	0.17	3.29	0.10	3.38	0.23
K ₂ O	3.74	0.07	3.91	0.25	3.70	0.19	3.81	0.11	3.70	0.35
Cl	0.07	0.04	0.10	0.02	0.09	0.01	0.07	0.02	0.09	0.01
Total	100.00	100.00	100.02	100.02	100.00	100.00	100.00	100.00	100.02	100.02

地域・地方名	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川
地区名	曲川	曲川	曲川	曲川	曲川	曲川	明治	明治	明治	曲川
地点名	Magarikawa B	Doboku-gawa B	Magarikawa A	Magarikawa B	Magarikawa B	Magarikawa C	Nakanosawa-gawa A	Nakanosawa-gawa A	Nakanosawa-gawa A	Yoichi-gawa A
試料名	土木川(B-1)	土木川(B-3)	曲川(A-2)	曲川(B-2)	曲川(B-4)	曲川(C-1)	中の沢川(A-3)	中の沢川(A-4)	中の沢川(A-6)	余市川(A-1)
試料番号	010623-02-1	010623-02-3	010623-04-2	010624-01-2	010624-01-4	010624-02-1	010624-04-3	010624-04-4	010624-04-6	010624-03-1
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.064	0.064	0.063	0.064	0.064	0.064	0.063	0.063	0.064	0.064
TiO ₂ /K ₂ O	0.018	0.013	0.017	0.013	0.013	0.015	0.016	0.017	0.016	0.014
Na ₂ O/CaO	3.956	4.217	4.230	3.988	3.452	3.765	4.389	4.265	4.208	4.047
組成グループ	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川	赤井川
SiO ₂	78.42	78.17	77.58	77.38	78.27	77.40	77.47	78.17	77.85	77.45
TiO ₂	0.08	0.04	0.06	0.03	0.06	0.02	0.07	0.02	0.08	0.03
Al ₂ O ₃	12.17	12.12	12.13	12.36	12.55	12.09	12.47	12.13	12.16	12.27
FeO	0.83	0.12	0.80	0.09	0.92	0.08	0.83	0.07	0.85	0.09
MnO	0.05	0.04	0.05	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04
MgO	0.05	0.01	0.05	0.02	0.05	0.02	0.04	0.02	0.04	0.02
CaO	0.77	0.03	0.77	0.03	0.78	0.07	0.80	0.03	0.78	0.05
Na ₂ O	3.06	0.05	3.26	0.17	3.26	0.09	3.18	0.07	2.65	0.08
K ₂ O	4.46	0.20	4.57	0.14	4.73	0.17	4.91	0.15	5.15	0.12
Cl	0.16	0.03	0.16	0.01	0.18	0.02	0.19	0.03	0.17	0.05
Total	100.04	100.04	100.00	100.00	100.04	100.00	100.00	100.00	100.04	100.00

地域・地方名	置戸	置戸	置戸	置戸	置戸	置戸	置戸	置戸	置戸	置戸
地区名	置戸山	置戸山	置戸山	置戸山	置戸山	置戸山	置戸山	置戸山	置戸山	中里
地点名	Oketoyama A	Oketoyama A	Oketoyama A	Oketoyama A	Oketoyama A	Oketoyama A	Oketoyama A	Oketoyama A	Oketoyama A	Nakasato A
試料名	置戸山(A-1)	置戸山(A-2)	置戸山(A-3)	置戸山(A-4)	置戸山(A-5)	置戸山(A-6)	置戸山(A-12)	置戸山(A-22)	置戸山(A-32)	中里(A-9)
試料番号	010715-06-1	010715-06-2	010715-06-3	010715-06-4	010715-06-5	010715-06-6	010715-06-12	010715-06-22	010715-06-32	040805-05-9
測定点数	10	9	10	10	10	9	9	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.075	0.074	0.075	0.079	0.074	0.073	0.075	0.075	0.077	0.075
TiO ₂ /K ₂ O	0.031	0.026	0.028	0.034	0.036	0.040	0.036	0.038	0.035	0.032
Na ₂ O/CaO	4.104	4.144	4.069	3.925	4.113	4.293	3.954	4.093	4.136	4.211
組成グループ	置戸I	置戸I	置戸I	置戸I	置戸I	置戸I	置戸I	置戸I	置戸I	置戸I
SiO ₂	78.18	78.29	78.44	78.23	78.45	78.09	77.87	78.06	77.87	77.84
TiO ₂	0.11	0.03	0.09	0.04	0.12	0.05	0.14	0.02	0.13	0.04
Al ₂ O ₃	12.52	12.12	12.58	12.56	12.55	12.09	12.61	12.72	12.69	12.10
FeO	0.77	0.12	0.69	0.15	0.61	0.08	0.66	0.19	0.63	0.10
MnO	0.05	0.06	0.03	0.03	0.06	0.04	0.04	0.04	0.10	0.09
MgO	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.04
CaO	0.94	0.03	0.93	0.04	0.94	0.03	0.99	0.06	0.93	0.04
Na ₂ O	3.87	0.11	3.85	0.14	3.82	0.17	3.81	0.09	3.96	0.15
K ₂ O	3.46	0.09	3.43	0.10	3.37	0.14	3.43	0.11	3.50	0.09
Cl	0.08	0.02	0.08	0.02	0.08	0.02	0.08	0.02	0.04	0.02
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.01	100.01	100.01	100.02

付表3 北海道における黒曜石ガラスの化学分析値.

地域・地方名	置戸	置戸	置戸	置戸	置戸	置戸	置戸	置戸	置戸	置戸
地区名	基地の沢	基地の沢	基地の沢	基地の沢	基地の沢	所山	所山	所山	所山	所山
地点名	Bochinosa A	Bochinosa A	Bochinosa B	Bochinosa B	Bochinosa B	Tokoroyama A	Tokoroyama A	Tokoroyama A	Tokoroyama A	Tokoroyama A
試料名	基地の沢 (A-2)	基地の沢 (A-4)	基地の沢 (B-2)	基地の沢 (B-4)	基地の沢 (B-5)	所山 (A-2)	所山 (A-3)	所山 (A-4)	所山 (A-5)	所山 (A-6)
試料番号	010715-02-2	010715-02-4	010715-03-2	010715-03-4	010715-03-5	010715-01-2	010715-01-3	010715-01-4	010715-01-5	010715-01-6
測定点数	10	9	10	10	10	10	9	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.069	0.070	0.069	0.069	0.069	0.067	0.068	0.071	0.071	0.071
TiO ₂ /K ₂ O	0.029	0.026	0.025	0.023	0.026	0.027	0.033	0.025	0.026	0.028
Na ₂ O/CaO	3.585	3.927	4.192	4.115	4.079	4.347	3.841	3.283	3.662	3.830
組成グループ	置戸Ⅱ	置戸Ⅱ	置戸Ⅱ	置戸Ⅱ	置戸Ⅱ	置戸Ⅱ	置戸Ⅱ	置戸Ⅱ	置戸Ⅱ	置戸Ⅱ
SiO ₂	78.64	78.64	78.07	78.44	78.48	78.59	78.39	78.33	78.32	78.51
TiO ₂	0.13	0.05	0.11	0.10	0.11	0.11	0.13	0.12	0.11	0.11
Al ₂ O ₃	12.32	12.17	12.29	12.19	12.27	12.33	12.29	12.15	12.17	12.26
FeO	0.55	0.59	0.83	0.53	0.60	0.54	0.91	0.68	0.87	0.65
MnO	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
MgO	0.05	0.04	0.03	0.02	0.06	0.03	0.09	0.08	0.10	0.06
CaO	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.83	0.84	0.86	0.87	0.87
Na ₂ O	3.05	3.34	3.55	3.45	3.44	3.58	3.20	2.82	3.17	3.32
K ₂ O	4.29	4.15	4.09	4.28	4.12	3.89	4.02	4.85	4.29	4.09
Cl	0.08	0.07	0.08	0.08	0.06	0.06	0.07	0.09	0.06	0.07
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

地域・地方名	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽
地区名	見晴	見晴	見晴	見晴	見晴	見晴	見晴	見晴	見晴	留岡
地点名	Sanabuchi-gawa A	Sanabuchi-gawa A	Sanabuchi-gawa A	Sanabuchi-gawa A	Sanabuchi-gawa A	Sanabuchi-gawa A	Sanabuchi-gawa A	Sanabuchi-gawa A	Sanabuchi-gawa A	Sanabuchi-gawa B
試料名	サナブチ川 (A-10)	サナブチ川 (A-12)	サナブチ川 (A-14)	サナブチ川 (A-17)	サナブチ川 (A-18)	サナブチ川 (A-21)	サナブチ川 (A-22)	サナブチ川 (A-24)	サナブチ川 (A-25)	サナブチ川 (B-9)
試料番号	020608-01-10	020608-01-12	020608-01-14	020608-01-17	020608-01-18	020608-01-21	020608-01-22	020608-01-24	020608-01-25	020608-05-9
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.059	0.058	0.058	0.058	0.057	0.058	0.058	0.057	0.058	0.058
TiO ₂ /K ₂ O	0.016	0.019	0.018	0.019	0.017	0.017	0.017	0.019	0.020	0.019
Na ₂ O/CaO	5.989	5.993	5.778	6.061	6.017	5.834	5.068	5.470	5.089	5.882
組成グループ	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽	遠軽
SiO ₂	76.72	76.67	77.18	77.07	77.03	76.92	77.50	77.41	77.37	76.97
TiO ₂	0.07	0.05	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.07
Al ₂ O ₃	12.59	12.55	12.66	12.58	12.56	12.65	12.67	12.65	12.61	12.64
FeO	1.16	1.19	1.08	1.19	1.00	1.15	1.17	1.11	1.12	1.16
MnO	0.05	0.06	0.06	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.09
MgO	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03
CaO	0.75	0.74	0.73	0.73	0.72	0.73	0.73	0.72	0.73	0.73
Na ₂ O	4.46	4.37	4.26	4.42	4.30	4.27	3.72	3.92	3.69	4.28
K ₂ O	4.10	4.23	3.91	3.80	4.16	4.04	4.02	3.97	4.26	3.93
Cl	0.08	0.07	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

地域・地方名	雄武	雄武	雄武	雄武	雄武	雄武	雄武	雄武	雄武	雄武
地区名	上雄武	上雄武	上雄武	上雄武	上雄武	上雄武	青葉	青葉	音福府	音福府
地点名	Otoineppu-gawa A	Otoineppu-gawa A	Otoineppu-gawa A	Otoineppu-gawa A	Otoineppu-gawa A	Otoineppu-gawa A	Otoineppu-gawa B	Otoineppu-gawa B	Otoineppu-gawa C	Otoineppu-gawa C
試料名	音福府川 (A-1)	音福府川 (A-2)	音福府川 (A-3)	音福府川 (A-4)	音福府川 (A-6)	音福府川 (A-7)	音福府川 (B-2)	音福府川 (B-7)	音福府川 (C-2)	音福府川 (C-3)
試料番号	020831-01-1	020831-01-2	020831-01-3	020831-01-4	020831-01-6	020831-01-7	020831-02-2	020831-02-7	020831-05-2	020831-05-3
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.069	0.069	0.068	0.068	0.068	0.069	0.069	0.068	0.070	0.067
TiO ₂ /K ₂ O	0.018	0.021	0.024	0.020	0.025	0.022	0.018	0.021	0.021	0.023
Na ₂ O/CaO	3.883	3.968	4.311	4.105	3.850	3.297	3.822	3.300	3.786	3.388
組成グループ	雄武	雄武	雄武	雄武	雄武	雄武	雄武	雄武	雄武	雄武
SiO ₂	77.67	77.60	77.53	77.75	77.82	78.07	77.84	78.39	77.81	78.35
TiO ₂	0.08	0.09	0.10	0.08	0.10	0.09	0.08	0.09	0.09	0.10
Al ₂ O ₃	12.42	12.43	12.45	12.47	12.44	12.61	12.41	12.54	12.43	12.53
FeO	1.03	1.08	1.08	0.95	1.14	1.10	1.01	0.96	1.04	0.98
MnO	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.00	0.04	0.02
MgO	0.05	0.02	0.04	0.03	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04
CaO	0.86	0.86	0.84	0.85	0.85	0.86	0.85	0.86	0.87	0.84
Na ₂ O	3.34	3.40	3.63	3.48	3.27	2.85	3.26	2.82	3.28	2.86
K ₂ O	4.43	4.36	4.20	4.27	4.24	4.28	4.42	4.24	4.33	4.21
Cl	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06	0.08	0.08	0.09
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.02	100.02	100.00	100.02	100.00	100.02

地域・地方名	生田原	生田原	生田原	生田原	生田原	生田原	生田原	生田原	生田原	生田原
地区名	安国	安国	安国	安国	安国	安国	安国	安国	安国	安国
地点名	Nitappu-gawa A	Nitappu-gawa A	Nitappu-gawa A	Yasukuni A	Yasukuni A	Yasukuni B	Yasukuni B	Yasukuni B	Yasukuni B	Yasukuni B
試料名	仁田布川 (A-3)	仁田布川 (B-2)	安国 (A-1)	安国 (A-2)	安国 (A-6)	安国 (B-1)	安国 (B-2)	安国 (B-4)	安国 (B-6)	安国 (B-7)
試料番号	030903-01-3	030903-03-2	030903-04-1	030903-04-2	030903-04-6	030903-05-1	030903-05-2	030903-05-4	030903-05-6	030903-05-7
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.058	0.061	0.061	0.061	0.060	0.058	0.057	0.059	0.059	0.058
TiO ₂ /K ₂ O	0.025	0.029	0.030	0.021	0.027	0.028	0.028	0.026	0.025	0.028
Na ₂ O/CaO	5.135	4.787	4.659	4.956	5.061	5.104	5.389	5.266	5.060	5.211
組成グループ	生田原I	生田原I	生田原I	生田原I	生田原I	生田原I	生田原I	生田原I	生田原I	生田原I
SiO ₂	75.19	75.63	75.46	75.36	75.34	75.22	75.14	75.14	75.31	75.21
TiO ₂	0.12	0.14	0.14	0.10	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13
Al ₂ O ₃	13.42	13.28	13.43	13.27	13.51	13.44	13.48	13.45	13.49	13.46
FeO	1.45	1.39	1.31	1.46	1.36	1.40	1.39	1.41	1.31	1.49
MnO	0.03	0.02	0.04	0.03	0.05	0.04	0.07	0.02	0.04	0.05
MgO	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07
CaO	0.78	0.80	0.82	0.80	0.81	0.78	0.77	0.80	0.80	0.78
Na ₂ O	4.01	3.84	3.83	3.97	4.08	4.00	4.15	4.20	4.05	4.08
K ₂ O	4.87	4.78	4.83	4.88	4.80	4.85	4.73	4.74	4.76	4.68
Cl	0.08	0.09	0.08	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Total	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02

付表4 北海道における黒曜石ガラスの化学分析値.

地域・地方名	生田原	生田原	生田原	生田原	生田原	生田原	生田原	生田原	生田原	生田原
地区名	安国	安国	安国	安国	安国	安国	安国	安国	安国	安国
地点名	Nitappu-gawa B	Yasukuni B	Yasukuni B	Yasukuni B	Yasukuni B	Yasukuni B	Yasukuni B	Yasukuni B	Yasukuni B	Yasukuni B
試料名	仁田布川(B-1)	安国(B-5)	安国(B-32)	安国(B-33)	安国(B-34)	安国(B-35)	安国(B-52)	安国(B-53)	安国(B-54)	安国(B-55)
試料番号	030903-03-1	030903-05-5	030903-05-32	030903-05-33	030903-05-34	030903-05-35	030903-05-52	030903-05-53	030903-05-54	030903-05-55
測定点数	10	10	8	10	8	8	9	9	9	9
CaO/Al ₂ O ₃	0.048	0.048	0.050	0.053	0.050	0.051	0.052	0.050	0.047	0.051
TiO ₂ /K ₂ O	0.024	0.030	0.027	0.027	0.027	0.027	0.026	0.026	0.028	0.030
Na ₂ O/CaO	6.333	6.236	5.901	5.698	6.064	6.049	5.482	6.021	6.291	5.743
組成グループ	生田原II	生田原II	生田原II	生田原II	生田原II	生田原II	生田原II	生田原II	生田原II	生田原II
SiO ₂	75.77	75.72	75.94	75.92	75.67	75.65	75.78	75.47	75.56	75.78
TiO ₂	0.12	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.13	0.14	0.15
Al ₂ O ₃	13.41	13.45	13.43	13.33	13.51	13.50	13.27	13.52	13.49	13.31
FeO	1.01	1.08	0.90	0.96	0.95	0.95	1.08	1.02	1.08	0.98
MnO	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.03
MgO	0.04	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04
CaO	0.64	0.64	0.68	0.71	0.67	0.68	0.69	0.67	0.63	0.68
Na ₂ O	4.04	4.01	3.82	3.95	3.96	4.04	3.78	3.98	3.86	3.87
K ₂ O	4.90	4.79	4.96	4.84	4.95	4.89	5.12	5.05	5.09	5.09
Cl	0.08	0.08	0.08	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.07	0.09
Total	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02

地域・地方名	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻
地区名	勝淵山	勝淵山	勝淵山	勝淵山	勝淵山	勝淵山	勝淵山	勝淵山	勝淵山	勝淵山
地点名	Katsumayama A	Katsumayama A	Katsumayama A	Katsumayama A	Katsumayama A	Katsumayama A	Katsumayama A	Katsumayama A	Katsumayama A	Katsumayama A
試料名	勝淵山(A-2)	勝淵山(A-4)	勝淵山(A-8)	勝淵山(A-9)	勝淵山(A-16)	勝淵山(A-18)	勝淵山(A-19)	勝淵山(A-20)	勝淵山(A-30)	勝淵山(A-31)
試料番号	021020-01-2	021020-01-4	021020-01-8	021020-01-9	021020-01-16	021020-01-18	021020-01-19	021020-01-20	021020-01-30	021020-01-31
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.061	0.060	0.060	0.061	0.060
TiO ₂ /K ₂ O	0.016	0.017	0.018	0.017	0.016	0.017	0.019	0.019	0.017	0.017
Na ₂ O/CaO	4.655	4.454	4.392	4.163	3.944	3.948	3.926	4.074	4.060	4.195
組成グループ	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻	奥尻
SiO ₂	77.36	77.53	77.35	77.31	77.64	77.53	77.69	77.59	77.49	77.29
TiO ₂	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.08
Al ₂ O ₃	12.78	12.69	12.92	12.86	12.84	12.87	12.85	12.85	12.83	12.95
FeO	0.48	0.49	0.47	0.51	0.49	0.53	0.53	0.50	0.54	0.47
MnO	0.08	0.09	0.10	0.09	0.11	0.09	0.09	0.10	0.06	0.10
MgO	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07
CaO	0.76	0.76	0.78	0.77	0.77	0.78	0.77	0.76	0.79	0.78
Na ₂ O	3.56	3.40	3.42	3.22	3.04	3.08	3.03	3.14	3.18	3.26
K ₂ O	4.72	4.82	4.73	5.02	4.89	4.89	4.77	4.85	4.89	4.92
Cl	0.10	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

地域・地方名	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝
地区名	足寄	上士幌	本別	音更	足寄	上士幌	音更	本別	本別	上士幌
地点名	Metou-gawa A	Oribi-gawa A	Oshoppu A	Otofuke-gawa A	Piribetsu A	Taushubetsu-gawa A	Chinneru-gawa A	Toshibetsu-gawa A	Yutari A	Zusannosawa-gawa A
試料名	芽登川(A-1)	居辺川(A-17)	押帯(A-2)	音更川(A-3)	美里別(A-3)	タシユベツ川(A-3)	鎮録川(A-7)	利別川(A-2)	勇足(A-8)	十三ノ沢川(A-1)
試料番号	010819-02-1	010820-04-17	011208-03-2	010820-02-3	010819-05-3	010819-01-3	011118-03-7	011208-01-2	011208-02-8	020824-05-1
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.055	0.056	0.055	0.056	0.056	0.055	0.056	0.057	0.056	0.057
TiO ₂ /K ₂ O	0.013	0.013	0.010	0.010	0.008	0.010	0.007	0.011	0.012	0.012
Na ₂ O/CaO	3.940	3.820	5.301	5.486	5.066	5.370	5.270	4.941	4.904	5.162
組成グループ	十勝I	十勝I	十勝I	十勝I	十勝I	十勝I	十勝I	十勝I	十勝I	十勝I
SiO ₂	78.50	78.43	78.18	77.96	78.10	77.89	77.79	77.99	77.70	78.03
TiO ₂	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
Al ₂ O ₃	12.68	12.79	12.57	12.59	12.66	12.51	12.58	12.62	12.72	12.60
FeO	0.89	0.71	0.42	0.29	0.57	0.91	0.72	0.76	0.93	0.57
MnO	0.05	0.06	0.03	0.02	0.05	0.06	0.03	0.05	0.04	0.04
MgO	0.02	0.02	0.03	0.04	0.00	0.04	0.02	0.04	0.04	0.03
CaO	0.69	0.72	0.70	0.71	0.71	0.69	0.71	0.72	0.71	0.72
Na ₂ O	2.72	2.73	3.69	3.89	3.58	3.71	3.70	3.55	3.50	3.71
K ₂ O	4.30	4.42	4.26	4.39	4.20	4.10	4.33	4.14	4.26	4.19
Cl	0.08	0.07	0.07	0.06	0.09	0.06	0.07	0.08	0.06	0.07
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.01	100.02	100.00	100.01	100.00

地域・地方名	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝
地区名	音更	音更	鹿追	鹿追	音更	音更	音更	音更	音更	清水
地点名	Penkechin-gawa A	Penkechin-gawa A	Shikaribetsu-gawa B	Shikaribetsu-gawa B	Chinneru-gawa A	Chinneru-gawa A	Chinneru-gawa A	Chinneru-gawa A	Chinneru-gawa A	Tokachi-gawa A
試料名	ペンケチン川(A-5)	ペンケチン川(A-6)	然別川(B-2)	然別川(B-3)	鎮録川(A-3)	鎮録川(A-5)	鎮録川(A-6)	鎮録川(A-8)	鎮録川(A-12)	十勝川(A-1)
試料番号	010820-03-5	010820-03-6	011118-04-2	011118-04-3	011118-03-3	011118-03-5	011118-03-6	011118-03-8	011118-03-12	011118-09-1
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.087	0.089	0.086	0.090	0.089	0.080	0.085	0.090	0.080	0.085
TiO ₂ /K ₂ O	0.028	0.026	0.036	0.028	0.025	0.026	0.030	0.025	0.027	0.034
Na ₂ O/CaO	3.190	2.959	3.209	3.093	3.142	3.480	3.277	3.021	3.414	3.271
組成グループ	十勝II	十勝II	十勝II	十勝II	十勝II	十勝II	十勝II	十勝II	十勝II	十勝II
SiO ₂	77.73	78.10	77.93	77.91	77.80	78.11	77.89	77.99	78.06	77.99
TiO ₂	0.11	0.10	0.13	0.10	0.10	0.10	0.12	0.10	0.11	0.13
Al ₂ O ₃	12.63	12.65	12.57	12.54	12.57	12.53	12.46	12.52	12.55	12.47
FeO	0.83	0.73	1.02	0.98	0.90	0.78	0.95	0.81	0.68	1.01
MnO	0.06	0.04	0.05	0.03	0.03	0.03	0.06	0.04	0.04	0.02
MgO	0.05	0.08	0.09	0.09	0.07	0.05	0.07	0.09	0.03	0.08
CaO	1.10	1.12	1.08	1.13	1.12	1.00	1.07	1.13	1.00	1.06
Na ₂ O	3.51	3.32	3.45	3.47	3.51	3.48	3.47	3.40	3.42	3.45
K ₂ O	3.93	3.78	3.63	3.70	3.87	3.86	3.86	3.88	4.04	3.73
Cl	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06
Total	100.01	100.00	100.01	100.01	100.01	100.02	100.01	100.01	100.02	100.01

付表5 北海道における黒曜石ガラスの化学分析値.

地域・地方名	紋別	紋別	紋別	紋別	紋別	紋別	紋別	紋別	紋別	紋別
地区名	上藻別	上藻別	上藻別	上藻別	上藻別	上藻別	上藻別	上藻別	上藻別	上藻別
地点名	Kamimobetsu A	Kamimobetsu A	Kamimobetsu A	Kamimobetsu A	Kamimobetsu-gawa A	Kamimobetsu-gawa B	Kamimobetsu-gawa B	Kamimobetsu-gawa B	Kamimobetsu-gawa B	Kamimobetsu-gawa B
試料名	上藻別(A-1)	上藻別(A-2)	上藻別(A-5)	上藻別(A-6)	上モベツ川(A-3)	上モベツ川(B-2)	上モベツ川(B-5)	上モベツ川(B-7)	上モベツ川(B-8)	上モベツ川(B-11)
試料番号	020530-03-1	020530-03-2	020530-03-5	020530-03-6	020530-01-2	020530-02-2	020530-02-5	020530-02-7	020530-02-8	020530-02-11
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.065	0.062	0.066	0.065	0.061	0.068	0.067	0.064	0.060	0.060
TiO ₂ /K ₂ O	0.022	0.017	0.014	0.018	0.019	0.019	0.014	0.012	0.014	0.016
Na ₂ O/CaO	4.055	4.094	3.965	3.487	3.205	4.388	3.757	2.469	3.652	3.075
組成グループ	紋別	紋別	紋別	紋別	紋別	紋別	紋別	紋別	紋別	紋別
SiO ₂	78.78	79.03	78.96	78.00	78.29	77.89	78.30	78.86	78.34	79.06
TiO ₂	0.08	0.03	0.07	0.05	0.07	0.09	0.08	0.06	0.07	0.07
Al ₂ O ₃	12.62	12.72	12.55	12.91	12.89	12.44	12.55	12.53	12.54	12.63
FeO	0.69	0.10	0.32	0.47	0.83	0.72	0.75	0.44	0.75	0.31
MnO	0.04	0.05	0.04	0.02	0.05	0.03	0.03	0.06	0.05	0.04
MgO	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.05	0.03	0.04	0.02	0.01
CaO	0.82	0.04	0.79	0.83	0.84	0.79	0.84	0.85	0.80	0.76
Na ₂ O	3.33	0.13	3.23	3.29	2.93	2.53	3.69	1.10	1.97	2.77
K ₂ O	3.59	0.07	3.79	3.81	4.27	4.60	4.19	0.22	4.22	4.67
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.03	0.06	0.02	0.05	0.02
Total	100.00	100.00	100.00	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01

地域・地方名	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂
地区名	厚和	厚和	厚和	厚和	厚和	厚和	厚和	厚和	厚和	厚和
地点名	Iwanosawa B	Iwanosawa B	Iwanosawa B	Iwanosawa B	Iwanosawa B	Iwanosawa B	Iwanosawa B	Iwanosawa B	Iwanosawa B	Iwanosawa B
試料名	岩山ノ沢(B-1)	岩山ノ沢(B-2)	岩山ノ沢(B-3)	岩山ノ沢(B-5)	岩山ノ沢(B-6)	岩山ノ沢(B-7)	岩山ノ沢(B-9)	岩山ノ沢(B-10)	岩山ノ沢(B-11)	岩山ノ沢(B-12)
試料番号	030615-02-1	030615-02-2	030615-02-3	030615-02-5	030615-02-6	030615-02-7	030615-02-9	030615-02-10	030615-02-11	030615-02-12
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.095	0.094	0.097	0.092	0.094	0.094	0.098	0.093	0.092	0.097
TiO ₂ /K ₂ O	0.021	0.020	0.018	0.024	0.025	0.022	0.020	0.023	0.022	0.016
Na ₂ O/CaO	2.865	2.959	2.663	2.782	2.811	2.863	2.713	2.672	2.912	2.830
組成グループ	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂
SiO ₂	77.12	77.30	76.83	76.90	76.81	76.92	76.74	76.82	76.26	76.95
TiO ₂	0.08	0.03	0.07	0.08	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09	0.06
Al ₂ O ₃	12.99	12.96	12.83	13.17	13.25	13.13	13.16	13.40	13.45	13.07
FeO	1.06	1.22	1.33	1.17	1.15	1.16	1.11	1.24	1.24	1.17
MnO	0.07	0.03	0.04	0.04	0.04	0.06	0.04	0.06	0.03	0.05
MgO	0.08	0.09	0.10	0.09	0.07	0.08	0.07	0.09	0.09	0.08
CaO	1.23	1.21	1.24	1.22	1.24	1.23	1.29	1.24	1.24	1.27
Na ₂ O	3.53	3.59	3.30	3.39	3.49	3.51	3.48	3.32	3.61	3.59
K ₂ O	3.77	3.46	4.17	3.88	3.73	3.77	3.97	3.83	3.92	3.68
Cl	0.08	0.07	0.08	0.07	0.09	0.07	0.07	0.09	0.07	0.11
Total	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02

地域・地方名	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂
地区名	分岐	分岐	厚和	厚和	厚和	厚和	厚和	厚和	分岐	分岐
地点名	Bunki A	Bunki A	Kayokozawa A	Kayokozawa A	Kayokozawa A	Kayokozawa A	Kayokozawa A	Kayokozawa A	Shichinosawa B	Shichinosawa B
試料名	分岐(A-3)	分岐(A-5)	通子沢(A-1)	通子沢(A-2)	通子沢(A-3)	通子沢(A-4)	通子沢(A-5)	通子沢(A-6)	七ノ沢(B-7)	七ノ沢(B-8)
試料番号	030615-07-3	030615-07-5	030615-03-1	030615-03-2	030615-03-3	030615-03-4	030615-03-5	030615-03-6	030615-05-7	030615-05-8
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.108	0.108	0.114	0.115	0.112	0.114	0.111	0.107	0.108	0.109
TiO ₂ /K ₂ O	0.040	0.042	0.030	0.032	0.033	0.032	0.029	0.030	0.042	0.041
Na ₂ O/CaO	2.515	2.293	2.296	2.067	2.140	2.368	2.200	2.527	2.353	2.177
組成グループ	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂	留辺蘂
SiO ₂	75.60	75.87	76.26	76.35	76.41	76.44	76.50	76.14	75.75	76.22
TiO ₂	0.15	0.03	0.16	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.16	0.15
Al ₂ O ₃	14.07	14.10	13.48	13.55	13.59	13.29	13.54	13.52	13.79	14.05
FeO	0.95	0.06	0.83	1.25	1.30	1.22	1.18	1.28	1.30	0.86
MnO	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.03	0.05	0.04	0.04	0.05
MgO	0.05	0.02	0.03	0.10	0.11	0.08	0.09	0.03	0.07	0.07
CaO	1.52	0.03	1.52	1.53	1.55	1.51	1.50	1.45	1.49	1.53
Na ₂ O	3.81	0.26	3.48	3.51	3.21	3.26	3.57	3.29	3.66	3.31
K ₂ O	3.78	0.17	3.96	3.63	3.68	3.59	3.63	3.67	3.66	3.79
Cl	0.05	0.02	0.04	0.10	0.09	0.01	0.10	0.02	0.08	0.04
Total	100.01	100.01	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.01	100.01

地域・地方名	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦
地区名	豊泉	豊泉	豊泉	豊泉	豊泉	豊泉	豊泉	豊泉	豊泉	豊泉
地点名	Toyoizumi A	Toyoizumi A	Toyoizumi A	Toyoizumi A	Toyoizumi A	Toyoizumi A	Toyoizumi A	Toyoizumi A	Toyoizumi A	Toyoizumi A
試料名	豊泉(A-2)	豊泉(A-3)	豊泉(A-4)	豊泉(A-6)	豊泉(A-7)	豊泉(A-12)	豊泉(A-13)	豊泉(A-17)	豊泉(A-26)	豊泉(A-29)
試料番号	011101-02-2	011101-02-3	011101-02-4	011101-02-6	011101-02-7	011101-02-12	011101-02-13	011101-02-17	011101-02-26	011101-02-29
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.089	0.085	0.089	0.087	0.088	0.089	0.087	0.085	0.088	0.087
TiO ₂ /K ₂ O	0.030	0.030	0.036	0.036	0.035	0.040	0.041	0.040	0.033	0.036
Na ₂ O/CaO	3.334	3.268	3.382	3.414	3.452	2.812	2.715	2.828	3.024	3.140
組成グループ	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦	豊浦
SiO ₂	78.42	78.42	78.19	78.41	78.19	78.40	78.44	78.48	78.21	78.48
TiO ₂	0.11	0.03	0.12	0.13	0.13	0.15	0.15	0.14	0.12	0.13
Al ₂ O ₃	12.03	11.88	12.13	12.17	12.14	12.48	12.52	12.53	12.33	12.33
FeO	0.85	0.09	0.84	0.93	0.74	0.86	0.83	0.89	0.91	0.83
MnO	0.07	0.07	0.05	0.08	0.06	0.05	0.05	0.07	0.04	0.07
MgO	0.12	0.03	0.12	0.15	0.04	0.11	0.13	0.14	0.16	0.13
CaO	1.07	0.05	1.02	1.06	1.06	1.10	1.09	1.06	1.08	1.08
Na ₂ O	3.55	0.06	3.31	3.63	3.60	3.10	2.96	3.00	3.27	3.37
K ₂ O	3.66	0.11	4.11	3.58	3.62	3.64	3.68	3.60	3.74	3.46
Cl	0.16	0.03	0.18	0.18	0.17	0.18	0.17	0.15	0.19	0.16
Total	100.04	100.04	100.04	100.04	100.04	100.04	100.04	100.03	100.04	100.04

付表6 北海道における黒曜石ガラスの化学分析値.

地域・地方名	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路
地区名	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路
地点名	Shitakaragenya A	Shitakaragenya A	Shitakaragenya A	Shitakaragenya A	Shitakaragenya A	Shitakaragenya A	Shitakaragenya A	Shitakaragenya A	クチャロ原野	クチャロ原野
試料名	舌辛原野(A-1)	舌辛原野(A-2)	舌辛原野(A-3)	舌辛原野(A-4)	舌辛原野(A-5)	舌辛原野(A-6)	舌辛原野(A-7)	久著呂川(A-7)	久著呂川(A-8)	久著呂川(A-9)
試料番号	061001-02-1	061001-02-2	061001-02-3	061001-02-4	061001-02-5	061001-02-6	061001-02-7	061002-01-7	061002-01-8	061002-01-9
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.048	0.048	0.050	0.051	0.051	0.047	0.049	0.051	0.048	0.051
TiO ₂ /K ₂ O	0.010	0.012	0.009	0.008	0.011	0.009	0.010	0.012	0.008	0.014
Na ₂ O/CaO	6.524	6.598	6.153	6.235	6.210	6.318	6.281	6.243	6.485	6.112
組成グループ	釧路I	釧路I	釧路I	釧路I	釧路I	釧路I	釧路I	釧路I	釧路I	釧路I
SiO ₂	77.86 0.29	77.84 0.17	77.87 0.34	77.91 0.27	77.89 0.20	77.88 0.21	77.80 0.21	77.71 0.14	77.77 0.22	78.23 0.26
TiO ₂	0.04 0.04	0.05 0.03	0.03 0.02	0.03 0.04	0.04 0.02	0.04 0.02	0.04 0.03	0.05 0.04	0.03 0.03	0.05 0.04
Al ₂ O ₃	12.67 0.11	12.70 0.14	12.64 0.10	12.66 0.09	12.64 0.07	12.64 0.09	12.59 0.14	12.55 0.08	12.62 0.09	12.76 0.13
FeO	0.62 0.09	0.59 0.07	0.68 0.04	0.62 0.10	0.65 0.10	0.55 0.08	0.71 0.07	0.84 0.08	0.69 0.10	0.28 0.12
MnO	0.05 0.06	0.03 0.03	0.04 0.05	0.06 0.06	0.06 0.04	0.05 0.06	0.05 0.05	0.04 0.04	0.07 0.04	0.06 0.04
MgO	0.03 0.02	0.03 0.02	0.04 0.02	0.03 0.01	0.05 0.02	0.03 0.01	0.04 0.01	0.04 0.01	0.02 0.02	0.03 0.02
CaO	0.61 0.02	0.61 0.02	0.64 0.03	0.65 0.03	0.64 0.03	0.60 0.03	0.61 0.03	0.65 0.03	0.60 0.02	0.65 0.03
Na ₂ O	3.96 0.20	4.05 0.13	3.92 0.24	4.02 0.16	3.97 0.25	3.77 0.16	3.85 0.12	4.02 0.15	3.91 0.10	3.97 0.16
K ₂ O	4.10 0.29	4.04 0.23	4.07 0.12	3.98 0.22	4.00 0.16	4.39 0.13	4.25 0.15	4.05 0.15	4.24 0.17	3.94 0.27
Cl	0.08 0.01	0.07 0.02	0.08 0.02	0.06 0.02	0.07 0.02	0.06 0.02	0.06 0.01	0.06 0.01	0.06 0.02	0.05 0.01
Total	100.02	100.02	100.02	100.02	100.02	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01

地域・地方名	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路	釧路
地区名	クチャロ原野	クチャロ原野	クチャロ原野	クチャロ原野	クチャロ原野	クチャロ原野	クチャロ原野	クチャロ原野	クチャロ原野	クチャロ原野
地点名	Kuchoro-gawa A	Kuchoro-gawa A	Kuchoro-gawa A	Kuchoro-gawa A	Kuchoro-gawa A	Kuchoro-gawa A	Kuchoro-gawa A	Kuchoro-gawa A	Kuchoro-gawa A	Kuchoro-gawa A
試料名	久著呂川(A-1)	久著呂川(A-2)	久著呂川(A-3)	久著呂川(A-4)	久著呂川(A-6)	久著呂川(A-12)	久著呂川(A-13)	久著呂川(A-14)	久著呂川(A-15)	久著呂川(A-16)
試料番号	061002-01-1	061002-01-2	061002-01-3	061002-01-4	061002-01-6	061002-01-12	061002-01-13	061002-01-14	061002-01-15	061002-01-16
測定点数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CaO/Al ₂ O ₃	0.113	0.102	0.109	0.120	0.113	0.114	0.095	0.107	0.112	0.105
TiO ₂ /K ₂ O	0.097	0.127	0.118	0.117	0.124	0.106	0.113	0.105	0.125	0.102
Na ₂ O/CaO	3.136	3.614	3.500	2.797	3.268	3.154	3.807	3.475	3.150	3.458
組成グループ	釧路II	釧路II	釧路II	釧路II	釧路II	釧路II	釧路II	釧路II	釧路II	釧路II
SiO ₂	77.71 0.34	78.36 0.48	77.77 0.18	77.66 0.33	77.85 0.31	77.75 0.37	78.42 0.47	77.84 0.25	77.61 0.19	77.87 0.26
TiO ₂	0.20 0.05	0.23 0.04	0.22 0.04	0.24 0.03	0.22 0.03	0.22 0.03	0.23 0.03	0.21 0.03	0.24 0.03	0.22 0.03
Al ₂ O ₃	12.01 0.06	12.01 0.20	12.04 0.12	12.19 0.10	12.03 0.15	12.02 0.14	11.98 0.37	12.03 0.12	12.23 0.11	12.01 0.08
FeO	2.01 0.10	1.62 0.15	1.84 0.15	1.91 0.14	1.93 0.14	1.89 0.13	1.58 0.12	1.80 0.12	1.92 0.10	1.82 0.12
MnO	0.09 0.06	0.08 0.05	0.12 0.03	0.09 0.07	0.08 0.06	0.10 0.06	0.07 0.04	0.08 0.06	0.10 0.05	0.09 0.05
MgO	0.17 0.02	0.11 0.03	0.16 0.02	0.19 0.02	0.18 0.02	0.17 0.02	0.10 0.03	0.13 0.02	0.18 0.02	0.18 0.02
CaO	1.36 0.05	1.23 0.07	1.31 0.06	1.47 0.05	1.35 0.03	1.38 0.09	1.14 0.13	1.29 0.04	1.37 0.03	1.26 0.02
Na ₂ O	4.26 0.29	4.43 0.20	4.57 0.19	4.09 0.35	4.42 0.12	4.32 0.30	4.30 0.20	4.47 0.23	4.31 0.13	4.35 0.15
K ₂ O	2.10 0.05	1.83 0.07	1.88 0.14	2.06 0.09	1.84 0.20	2.06 0.09	2.07 0.14	2.03 0.11	1.95 0.06	2.11 0.07
Cl	0.11 0.02	0.13 0.01	0.13 0.02	0.13 0.02	0.12 0.02	0.12 0.02	0.13 0.02	0.14 0.02	0.12 0.02	0.11 0.02
Total	100.02	100.03	100.03	100.03	100.03	100.03	100.03	100.03	100.03	100.03

地域・地方名	中川	中川	中川
地区名	国府	国府	国府
地点名	Maruyama A	Maruyama A	Maruyama A
試料名	丸山(A-1)	丸山(A-1)	丸山(A-1)
試料番号	130623-01-1	130623-01-2	130623-01-3
測定点数	5	5	5
CaO/Al ₂ O ₃	0.037	0.035	0.037
TiO ₂ /K ₂ O	0.011	0.002	0.005
Na ₂ O/CaO	8.264	8.277	8.134
組成グループ	中川	中川	中川
SiO ₂	77.51 0.31	77.66 0.36	77.45 0.19
TiO ₂	0.05 0.04	0.04 0.03	0.02 0.01
Al ₂ O ₃	12.77 0.06	12.83 0.11	12.90 0.17
FeO	0.85 0.06	0.83 0.07	0.55 0.07
MnO	0.03 0.04	0.04 0.04	0.09 0.05
MgO	0.01 0.01	0.02 0.01	0.01 0.01
CaO	0.47 0.03	0.45 0.03	0.47 0.04
Na ₂ O	3.88 0.19	3.69 0.16	3.86 0.12
K ₂ O	4.35 0.12	4.37 0.26	4.59 0.07
Cl	0.10 0.01	0.10 0.02	0.08 0.03
Total	100.02	100.02	100.02

石狩川水系忠別川におけるサクラマスとシロザケの産卵床数の2016年の記録

A Record of the number of redd on masu salmon *Oncorhynchus masou* and chum salmon *O. keta* in the Chubetsu river, Ishikari river system, Hokkaido, 2016.

山田 直佳^{*1}・福澤 博明^{*2}・戸嶋 忠良^{*2}・向井 正幸^{*3}
Naoyoshi Yamada · Hiroaki Fukuzawa · Tadayoshi Tojima · Masayuki Mukai

1 はじめに

旭川市は、石狩川の上流域に位置している。その下流域にあたる深川市に農業用取水施設「花園頭首工」¹⁾が構築されたのは、1964年(昭和39年)である。この川の生態系を上下に分断する河川工作物の出現により旭川市内の川では海から遡上してくるサクラマス・シロザケ等の通し回遊魚の姿が見られなくなったと推察される(旭川市1994, 瀬川2001, 出羽2003)。

その後、「旧花園頭首工」¹⁾での魚道整備及び旭川市内からの稚魚や卵の放流によってサクラマスならびにシロザケの遡上・産卵・繁殖が旭川市内の河川で頻繁に確認されるようになった(毎日新聞2009, 北海道新聞2010, 朝日新聞2012など)。

しかしながら、後述する大規模なシロザケ稚魚放流は2011年に終了している。

今後の自然再生産の状況を把握する資料とするため2016年(平成28年)秋の石狩川支流忠別川の旭川市内に設けた調査区におけるサクラマス・シロザケの産卵床数の観察記録を報告する。

¹⁾「花園頭首工」は、1987年(昭和62年)に上流の北空知頭首工の改築に伴い統合されたことにより取水施設としての役割は終わったので名称は「旧花園頭首工」となっている。

2 調査地概要

2.1 調査河川および調査区間

調査河川である忠別川は、石狩川の一次支流で流域面積約1,066km² 流路延長59.2km, 大雪山連峰の忠別岳(海拔1963m)の北西斜面に源を発して、旭川市街地を東西に流れ、旭川市亀吉(標高100m: 河口から約155km地点)で石狩川本流に合流する。

忠別川には、石狩川合流点から上流31.0km地点に忠別ダム(2007年(平成19年)運用開始)がある。このダムが貯水量を満水まで貯め込んでから放水するため、当河川の春の融雪洪水は、初夏の6月上旬以降の遅い時期となっている。

また、通常の降雨による増水もダムが放水量の制御をおこなっているため水位変動が少ない河川となっている。

調査区間は石狩川合流点から上流3.1km地点の忠別橋(調

査域下流端)から9.5km地点の忠別川取水堰(調査域上流端)までの6.4kmの間とした(図1)。

2016年(平成28年)は、8月に連続台風(台風7号・11号・9号・10号)が通過して大雨をもたらしたため河川を流れる水は河岸を崩し流況を変え濁りとなっていた。忠別ダムより上流域の濁りは台風通過後1週間程度で濁りが無く澄んだ流水に回復したが、忠別ダムの止水域では濁りが長期間継続していた。その下流の調査区間においては調査を開始した9月には透視度約10cmで濁りが強く水中の視認性が悪い条件であった。濁りは約3ヶ月が経過した12月上旬に透視度が約60cmまで回復したが、川底の砂利は安定せず常に移動している印象であった。

図1 調査位置図



2.2 復元活動

サクラマス資源の復元については、(公財)日本釣振興会北海道地区支部が、地方独立行政法人 北海道立総合研究機構水産研究本部 さけます内水面水産試験場(旧・北海道立水産孵化場)の協力を得て、2009年(平成21年)から毎年約5万~16万粒規模の放流活動(発眼卵の埋設放流)に取り組んだ成果の可能性が高く、放流以前より遡上親魚数および産卵床数は増加している。

シロザケについては、1985年(昭和60年)から忠別川流域の教育委員会によって稚魚放流が行われており、産卵床調査を始めた2009年(平成21年)の段階でも小規模ながらも産

^{*1}公益財団法人 日本釣振興会 北海道地区支部

^{*2}国立研究開発法人 水産研究・教育機構 北海道区水産研究所

^{*3}旭川市科学館

卵行動個体および産卵床を確認している。

こうした状況を受け、2009～2011年(平成21年～平成23年)の3年間に独立行政法人 水産総合研究センター さけますセンター(現・国立研究開発法人 水産研究・教育機構 北海道区水産研究所)によるシロザケ稚魚放流(『石狩川本流サケ天然産卵資源回復試験(以下、「試験放流」)』)が石狩川上流の2支流で行われた。

放流地点は、石狩川上流の愛別川と忠別川の2カ所である(各地点25万尾/年)(鈴木2010、伊藤2012、伴2016)。

この試験放流個体の回帰親魚が、2011年(平成23年)以降に遡上しており、忠別川でも近年は秋になるとシロザケの産卵行動が確認できるようになっている(有賀ほか2013)。

このほかにも、石狩川上流では自然保護団体や教育委員会等がシロザケ稚魚の放流(1団体数百～最大5,000尾程度規模)を行っている。特に「大雪と石狩の自然を守る会」は、石狩川本川にて1983年(昭和58年)と最も古くから稚魚放流に取り組んでいる団体で、2013年(平成25年)からは忠別川に稚魚放流地点を変更している。

忠別川では、こうした市民団体によるシロザケ稚魚の放流が毎年約9千尾規模で行われている。

3 調査結果と考察

3.1 産卵床

調査は、9月下旬～12月上旬まで実施した。

基本的な調査は1週間に1回、休日に調査区全域を踏査し、目視で産卵床数をカウントした。

産卵個体が集中する区域では、産卵床が重複して造成される場合があるため、一週間に一度の調査では産卵床数の正確なカウントが困難である。したがって、産卵床が重複する地点では、平日の早朝、ほぼ毎日、観察を続け、産卵床造成状況の変化を詳細に記録し、産卵床数の重複カウントやカウント漏れがないよう配慮した。また、川の濁りで魚影の視認性が悪いことから過去に産卵床が集中していた地点を中心に産卵行動による水しぶきなど水面変化の観察を行った。

産卵床が集中する区域の位置関係については、概略図を作成しながら整理し、調査精度を高めるよう努めた。確認した産卵床は、位置を携帯GPSで記録し、可能な限り写真撮影した。

サクラマスとシロザケの産卵床の区別について、親魚の魚影が未確認の産卵床の場合には、産卵床周辺の流況で判断し、平瀬と早瀬の境や淵尻ではサクラマス、淵頭ではシロザケが産卵することがほとんどで、他の流況も含めて確認できた産卵床については、マウント(産卵床の盛り上がり)の大きさや産卵床周辺のエグレ(卵を砂利被すために掘った跡)の形状や大きさを過去の事例や経験で判断して魚種を推測し区別した(小宮山2003)。

また、ニジマスの産卵床の可能性について、北海道では11月～6月までが産卵が想定できる期間であるが(小宮山2004)、2014年(平成26年)～2016年(平成28年)に確認し

た産卵時期は3月～4月で浮上直後の稚魚は6月に確認しているため調査期間の12月迄にニジマスの産卵床が含まれないと推定した。

1) サクラマス

サクラマスについて、時期・区域ごとに確認した産卵床数の記録を(表1)に示した。

確認した産卵床は合計44箇所だった。

親魚の産卵行動が確認できた時期は9月下旬～10月上旬であった。

表1に示している10月中旬以降の確認は川の濁りが薄くなった事によって確認できたもので、痕跡は古く9月下旬～10月上旬に造成された産卵床と推測される。

産卵床数の経年変化を放流数と合わせて(表2)にまとめた。

サクラマスの放流は、シロザケの稚魚放流と異なり、発眼卵を河床内に埋設する発眼卵放流である。

サクラマスの産卵床数は放流以前より増加しており、これは継続してきた埋設卵放流の効果と考えている。

表1 サクラマスの時期別産卵床確認数

() の数について、親魚の魚影が未確認の産卵床数であり、10月中旬以降は全て魚影未確認の計数である。

	9月	10月				11月				12月	区 間 合計数
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬			
忠別川取水堰 ～緑東大橋	13 (5)	3	1 (1)	1 (1)	1 (1)			1 (1)			20
緑東大橋 ～新神楽橋	1 (1)	2 (2)	1 (1)	1 (1)	2 (2)			1 (1)			8
新神楽橋 ～忠別橋	2 (1)		2 (2)	3 (3)	1 (1)						8
放流地点周辺 (ボン川合流点)	7 (2)	1									8
合計	23	6	4	5	4	0	0	2			44

表2 サクラマスの放流数と産卵床数の経年変化

西 暦 (元号)	2009年 (21年)	2010年 (22年)	2011年 (23年)	2012年 (24年)	2013年 (25年)	2014年 (26年)	2015年 (27年)	2016年 (28年)
発 眼 卵 放 流 数	90,000	51,000	165,000	77,000	94,000	0	0	0
産 卵 床 数	6	12	10	17	30	62	38	44

2) シロザケ

シロザケについて、時期・区域ごとに確認した産卵床数の記録を(表3)に示した。

確認した産卵床の合計は52箇所だった。

産卵行動中の親魚確認時期について、11月上旬と12月上旬が多く計数されているが、そのうち12月上旬の計数値は忠別ダムの放水量が少なくなったことと川の濁りが薄くなってきたことによって確認できた産卵床数である。

産卵床数が、それを造成した雌の遡上数と同数と仮定し、さらに雌雄が同数遡上したと仮定した場合、忠別川の2016年(平成28年)の推定遡上数は104尾と算出される。

(表4) には、調査を開始した2009年(平成21年)以降の放

流数と産卵床数を示した。

産卵床数が2011年(平成23年)から大きな数になっていること、2012年(平成24年)の797箇所をピークとして、減少傾向が確認できる。なお、2011年(平成23年)以降の産卵床数の急激な増加は、後述する耳石鑑定の結果からも分かるように2009年～2011年(平成21年～23年)春の3年間にわたる北海道区水産研究所による25万尾/年の試験放流の成果である。

表3 シロザケの時期別産卵床確認数
() の数について親魚の魚影が未確認の産卵床数である。

	9月		10月		11月		12月		区 間 合 計 数
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	
忠別川取水堰 ～緑東大橋			1	1	4	2 (1)		2 (2)	10
緑東大橋 ～新神楽橋			2 (2)	2 (1)	8 (4)	1 (1)		1 (1)	14
新神楽橋 ～忠別橋			1	2 (2)		3 (2)	3	11 (11)	20
放流地点周辺 (ポン川合流点)	1	4	3 (1)						8
合計	1	4	7	5	12	6	3	14	52

表4 シロザケの放流数と産卵床の経年変化

西 暦 (元号)	2009年 (21年)	2010年 (22年)	2011年 (23年)	2012年 (24年)	2013年 (25年)	2014年 (26年)	2015年 (27年)	2016年 (28年)
稚魚放流数*	255,850	260,500	260,500	10,500	15,300	11,000	8,500	9,000
産 卵 床 数	7	10	228	797	432	192	96	52

※) 稚魚放流数には、北海道区水産研究所による試験放流(25万尾/年)のほか、市民による放流数を含む。なお、市民放流については、その実数把握は困難なため、さけます増殖事業協会からの発眼卵の供与数とした。

3.2 遡上個体 ～ サイズ、年齢、耳石標識判定 ～

産卵を終え死骸となった個体は、10月上旬～11月中旬までの間に確認でき、サイズ(尾叉長)の計測、採鱗・耳石採取を行った。

確認した死骸の数は合計19個体である。

魚体の大きさは、最大個体が雄72cm、雌68cmで、最小個体は雄、雌ともに58cmだった。

採取した鱗および耳石を北海道区水産研究所に提供した。

鱗からは年齢が分かり、耳石には試験放流個体の場合、全て耳石温度標識がついているため試験放流個体かどうかの判別ができる(浦和2001, 鈴木2010, 伊藤2012, 伴2016)。

北海道区水産研究所からの鑑定結果によると、年齢は、19個体のうち1個体が5歳(6年魚)で全体の5%、6個体が4歳(5年魚)で全体の32%、12個体が3歳(4年魚)で63%だった。

耳石鑑定の結果は、19個体全てが無標識の野生魚もしくは市民放流由来の個体であり、試験放流個体の自然産卵によって繁殖した次世代の野生魚が回帰親魚となっていることが推測できる。

過去3年を含め、遡上した個体の年齢組成及び耳石標識

による放流魚と野生魚の割合をグラフにまとめた(山田2014, 2015)。

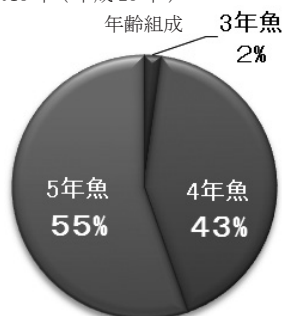
※ グラフ「放流魚と野生魚の割合」

ここでの野生魚とは、耳石無標識の個体であり、市民放流由来の個体も無標識であるため野生魚に含まれている。

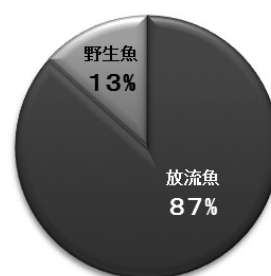
放流魚について、2013年(平成25年)には徳志別川放流個体が迷入しており放流魚に含めている。

2014年(平成26年)には千歳川放流個体及び天塩川放流個体が迷入しており放流魚に含めている。

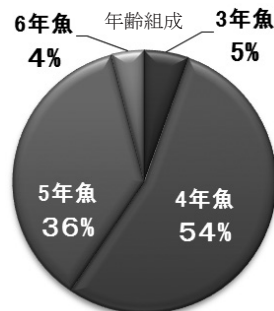
2013年(平成25年)



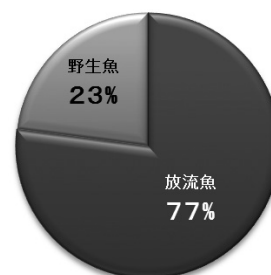
放流魚と野生魚の割合 ※



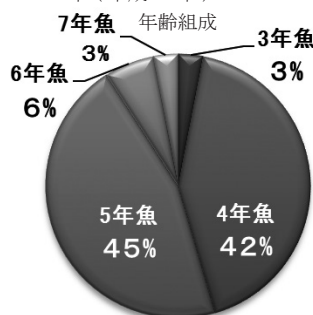
2014年(平成26年)



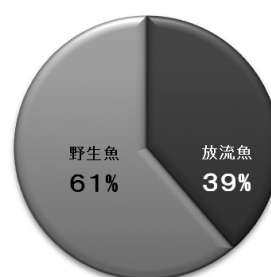
放流魚と野生魚の割合 ※



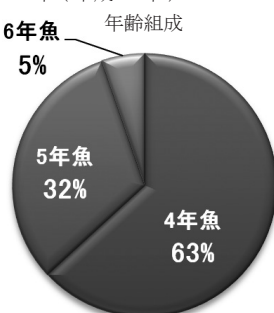
2015年(平成27年)



放流魚と野生魚の割合 ※



2016年(平成28年)



放流魚と野生魚の割合 ※



4 まとめ

2016年(平成28年)のサクラマスとシロザケの産卵床数の記録とシロザケの死骸解析の結果を整理した。

サクラマス、シロザケは、ともに発眼卵あるいは稚魚の放流により、その親魚が回帰し、放流以前と比較すると遡上数は増加したと考えられる。

サクラマスについては、一定程度の幼魚(ヤマメ)の生息数の増加と親魚の回帰及び自然産卵が確認されたため、今後は自然産卵による次世代(野生魚)の定着を期待し、2014年(平成26年)以降放流は中止している。

シロザケは2011年(平成23年)以降、親魚が群れで回帰していたが、ほとんどが2009年～2011年(平成21年～平成23年)の3年間で終了した試験放流個体の回帰であることが北海道区水産研究所による耳石鑑定の結果から判かり2015年(平成27年)までで放流稚魚由来の親魚の回帰は終了したと推測される。

2016年(平成28年)に回帰したシロザケ親魚は忠別川で自然産卵した個体の子孫(野生魚)もしくは市民放流由来の個体であると推測される。なお、2014年(平成26年)までに忠別川に回帰した親魚の中には天塩川など他河川から放流された標識魚が確認されている(山田2014)。確率は低いが2016年(平成28年)の回帰親魚の中に他河川由来の親魚が迷入している可能性はないとは言えない(福澤2015)。

確認できた産卵床数52箇所は2015年(平成27年)よりも半減しており前年比60%であった。

サクラマス、シロザケともに今後の経過を明らかにするために、継続して同様の調査を行う所存である。

【謝辞】

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 水産研究本部 さけます・内水面水産試験場のト部浩一氏には日頃からサクラマスの生態及び生息環境についてアドバイスを頂きました。

野生鮭研究所所長 小宮山英重氏には、シロザケ、サクラマスの遡上・産卵・繁殖について調査方法や調査を行うにあたっての考え方などのご指導・アドバイスを頂きました。また、原稿を読んで頂き有益なアドバイスをいただきとても感謝しています。この場を借りてお礼いたします。ありがとうございました。

【引用文献】

旭川市1994 上川盆地の動物たち「新旭川市史 第一巻 通史一」(旭川市史編集会議) PP91-98.

瀬川拓郎2001 上川盆地におけるサケの生態と漁法 旭川市博物館研究報告, 7: 1-7.

小宮山英重2003 しれとこライブラリー4, 知床の魚類, 斜里町立知床博物館編, 北海道新聞社: 115-116

出羽寛2003 旭川の川と魚たちの現状 北海道淡水魚保護ネットワーク主催「第4回北海道淡水魚保護フォーラム 2003旭川」, 川の環境と魚の豊かさ-現状から復元を考え

る, 要旨・解説, 10-13.

毎日新聞 「さくらます今年も帰ってきたよ」 「北海道」 2009年9月16日付朝刊「13(24)」.

北海道新聞 「今年も天然繁殖 旭川のサクラマス」 2010年9月25日付朝刊「16(1)」.

朝日新聞 「おかえり、サクラマス 石狩川支流を今年も遡上」 2012年9月21日付朝刊「12(28)」.

鈴木栄治2010 旭川でサケ稚魚50万尾を放流ー石狩川サケ天然資源回復試験ー水産総合研究センター研究開発情報 SALMON情報, 4: 22-24.

伊藤洋満2012 石狩川上流域における自然産卵サケの資源回復を目指して! 水産総合研究センター研究開発情報 北の海から, 13.

伴真俊2016 石狩川上流における野生サケ資源回復の試み 水産総合研究センター研究開発情報 SALMON情報, 10: 41-43.

有賀誠・山田直佳・伊藤洋満・有賀望・宮下和士 2013 石狩川上流における*Oncorhynchus keta*の2012年の自然産卵状況-大規模放流個体群回帰2年目の報告ー旭川市博物館科学館研究報告, 6: 21-36.

小宮山英重2004 ニジマス 標津町百科事典, 博物誌, 動物, サケ・マスの生態. <https://www.shibetsutown.jp/dic/contents/04/040501/nijimasu.html>

浦和茂彦2001 さけ・ます類の耳石標識, さけます資源管理センターニュース, 7: 3-10.

山田直佳2014 2014年秋の石狩川上流・忠別川におけるサクラマス・シロザケ・カラフトマスの産卵観察記録, 旭川市博物館研究報告, 21, 旭川市科学館研究報告, 10: 19-21.

山田直佳2014 2013年秋-2014年春の石狩川上流・忠別川におけるシロザケの繁殖確認, 旭川市博物館研究報告, 21, 旭川市科学館研究報告, 10: 23-25.

福澤博明2015 サケの母川回帰精度について水産総合研究センター研究開発情報 SALMON情報, 10: 16-19.

山田直佳2015 石狩川水系忠別川におけるサクラマスとシロザケの産卵床数の2015年の記録, 旭川市博物館研究報告, 22, 旭川市科学館研究報告, 11: 5-7.

旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について

About an ecosystem investigation of Asahikawa Science Center outdoors nature observation space.

出羽 寛^{※1}・成田 一芳^{※2}・舟橋 健^{※2}・橋本 朋幸^{※3}

Hiroshi Dewa

Kazuyoshi Narita

Ken Funahashi

Tomoyuki Hashimoto

1 はじめに

旭川市科学館は、2005年7月23日に旭川市常磐公園から旭川市宮前通に移転開館した。科学館の敷地の一部約5,000m²は、在来樹木の植栽、トンボ池の造成をとおして周辺に生息する生き物を誘導し、自然観察をはじめ各種の野外活動を実施するための野外自然観察空間と位置づけている。

2003年、新科学館の土地造成工事に先立ち敷地内の生態系調査を行い、植物107種（帰化率49.5%）、鳥類11種、昆虫46種、ネズミ類ではエゾヤチネズミが記録された（石川ほか 2004）。以後、植物については2008年まで毎年、鳥類と昆虫及び哺乳類については隔年で調査を実施してきた（磯ほか 2007, 2009, 2011, 2013, 2014）、（成田ほか 2008）。

今回、経年調査の一環として調査を実施したので、以下にその結果を報告する。

2 調査地と調査方法

調査は2016年に出羽、成田、舟橋の3名が行った。調査対象地は科学館の敷地を中心とし、対象分野によっては隣接する場所も調査した。

各分野の調査方法及び調査時期は以下のとおりである。

(1) 植物

調査地は、自然観察空間を植樹地とトンボ池周辺（池内とその岸边）に分けて行った（磯 清志ほか 2007, 2009, 2011, 2013, 2014）、（成田一芳ほか 2008）。



図1 植物調査区

調査は、2016年6月14日、9月7日に調査地を踏査し、生育する植物（植栽樹を除く）を記録した。また、8月9日には植物各種の定量的な知見を得るため、調査地内に東西方向、南北方向それぞれに長さ30m、幅15cmの帯状区（図1）を設定し、生育する植物種の株数を記録した。

(2) 小型哺乳類

2003年以来、4箇所の調査区（図1、A区、B区、C区、D区）で小型哺乳類の捕獲調査を行って来たが（石川ほか 2004）、（磯ほか 2007）、A区は市民活動交流センターの建設で2010年に消滅、D区一帯は2013年の樹木伐採等の整備により消滅した。従って、前回（2014年）の調査と同じB区とC区の2ヶ所で捕獲調査を行った。調査は2016年10月4日に生け捕りワナを設置、10月5日から7日までの3日間の捕獲調査を行った。

図2 小型哺乳類調査区



B区-面積は約1,020m²の細長い小林地でハリエンジュ、シラカンバ、ヤナギ類とその稚樹が多い。林床にはオオアワダチソウ、オオヨモギ等の帰化植物とイネ科植物の密生地と裸地に近い部分がある。樹冠閉鎖度38.9%、林床植皮率72.1%。

C区-面積は約2,000m²、トンボ池のある半円形の造成された野外自然観察空間で、植栽されたミズナラ、ハルニレ、イタヤカエデ、ミズキ、トド等の若齢木が生育、林床にはイネ科植物、ヨシ、オオヨモギ、オオアワダチソウ等がやや密生している。樹冠閉鎖度26.2%、林床植皮率60.3%。

※1 オサラッペ・コウモリ研究所

※2 サイエンスボランティア旭川特別学芸員

※3 旭川市科学館 学芸員

捕獲調査はこれまでと同様に生け捕りワナ（餌はエン麦）を使用した。B区に14個、C区に17個、合計31個のワナを10メートル間隔で曲線状に調査区全域に設置、3日間の捕獲作業を行った。捕獲した個体は種、性、繁殖状態を判別、体重を測定し指切りによって個体識別をした後にその場所で放逐した。

なお、この捕獲調査は、北海道鳥獣捕獲許可第127号（上川総合振興局）により行った。

3 調査結果と考察

（1）植物

調査の結果、植樹地から66種、トンボ池周辺から40種、両地域あわせて83種が記録された（表1）。2014年の調査と比較すると、植樹地が5種増、池周辺が3種増、全体では6種増加した。植物種の配列は環境庁自然保護局編「自然環境保全基準調査植物目録」（1994）などに基づいた。

記録された植物のうち帰化植物は、植樹地で25種、池周辺からは11種、両地域あわせて26種が記録され、帰化率は31.3%だった。2014年の調査との比較では、植樹地が1種、池周辺が2種減少し、帰化率は2.5%低下した。

表2及び表3に両地域における2005年からの記録状況を示す。

植樹地

記録された66種のうち、コウヤワラビ、オニグルミ、ヤマグワ、コゴメバオトギリ＊、エゾヤマザクラ、アカイタヤ、オニツルウメモドキ、ハエドクソウの8種（＊は帰化植物）が今回新たに記録された。一方、前回の調査で記録されたエゾノバッコヤナギ、オオバヤナギ、シラカンバ、イヌタデ、エゾオオヤマハコベ、イチゲフウロ、エゾミソハギ、ヤチダモ、ヒルガオ、ユウゼンギク、オオアマナ、メヒシバ、オオアワガエリの13種は今回見あたらなかった。

トンボ池

記録された40種のうち、オニグルミ、ハルニレ、ナワシロイチゴ、ホザキナナカマドの4種が新たに記録された。一方、前回の調査で記録されたエゾイチゴ、フランスギク＊、オモダカ、ホソムギ＊、スズメノカタビラ、ジョウロウスゲ、アブラガヤ、イチョウウキゴケ（＊は帰化植物）の8種は今回見当たらなかった。

池内の植物については、ガマやヌマハイリが繁茂することにより、この池で繁殖するオオルリボシヤンマなどのトンボ類にとって、パトロールや産卵に支障があることから、春に1回生育管理を実施した。

帯状区調査

東西方向からは21種297株が記録された（表4）。ホソムギ、コヌカグサ、オオアワダチソウが優勢しており、それぞれの占有率は28.6%、22.9%、13.5%だった。この3種は、全て局地的に占有した分布となっている。

前回（2014年）調査では、株数、記録区画数ともにホソムギ（占有率24.9%）及びクサヨシ（占有率19.2%）が優勢であったが、2年が経過しコヌカグサ（占有率10.1%増）

とオオアワダチソウ（占有率3.9%増）が増加する一方で、クサヨシは衰退（占有率9.4%減）している。なお、前々回（2012）調査で優勢だったオオヨモギは、前回調査からさらにその占有率が減少している（占有率7.6%減）。

南北に設定された帯条区からは21種344株が記録された（表5）。ハルガヤ（20.3%）とホソムギ（20.3%）が優勢で、次いでシロツメクサ（11.3%）が多く見られた。東西方向で優勢であるコヌカグサ（4.7%）とオオアワダチソウ（9.6%）は、こちらでは特に優勢ではない。

前回及び前々回調査で優勢だったオオヨモギやクサヨシは衰退したが、代わってオオアワダチソウやコヌカグサなどが優勢になっており、草丈の高い植物が部分的に占有している場所が増えていること自体に変化はない。一方、草丈の低い植物では、ホソムギのほかにハルガヤが増加傾向にある。

東西方向の植物相は草丈の高い種類の株数が多く、種数及び株数は前回調査から大きく変化はしていない。一方南北方向の植物相は草丈の低い種類の株数が多く、種数こそ変わらないものの全体の株数が大幅に減少している。このように、観察空間の植物相は東西方向と南北方向で変化の傾向が異なっている。

このため、植生の変遷を把握することを目的に、今後も量的な調査を継続的に行う必要がある。また、多種のトンボ類の生息可能性を考慮すると池内の植物について、継続的な生育管理を続ける必要がある。

表1 記録植物リスト

科名	種名	学名	植樹地	池周辺
シダ植物				
トクサ	スギナ	<i>Equisetum arvense</i>	○	○
コウヤワラビ	コウヤワラビ	<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>	○	
種子植物				
被子植物				
双子葉植物				
離弁花類				
クルミ	オニグルミ	<i>Juglans ailanthifolia</i>	○	○
ヤナギ	ドロノキ	<i>Populus maximowiczii</i>		○
	エゾヤナギ	<i>Salix rorida</i>		○
	オノエヤナギ	<i>Salix sachalinensis</i>		○
	ヤナギsp		○	○
ブナ	ミズナラ	<i>Quercus mongolica</i> ssp. <i>crispula</i>	○	
ニレ	ハルニレ	<i>Ulmus japonica</i>	○	○
クワ	ヤマグワ	<i>Morus australis</i>	○	
タデ	ヒメスイバ	<i>Rumex acetosella</i> *	○	
	エゾノギシギシ	<i>Rumex obtusifolius</i> *	○	
ナデシコ	オオヤマフスマ	<i>Moehringia lateriflora</i>	○	
	エゾオオヤマハコベ	<i>Stellaria radians</i>		○
キンボウゲ	アキカラマツ	<i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypoleucum</i>	○	
オトギリソウ	コゴメバオトギリ	<i>Hypericum perforatum</i> var. <i>angustifolium</i> *	○	
アブラナ	ハルザキヤマガラシ	<i>Barbarea vulgaris</i> *	○	
バラ	キンミズヒキ	<i>Agrimonia japonica</i>	○	
	ミツバツチグリ	<i>Potentilla freyniana</i>	○	
	エゾヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i>	○	
	エゾイチゴ	<i>Rubus idaeus</i> var. <i>aculeatissimus</i> f. <i>concolor</i>	○	
	ナワシロイチゴ	<i>Rubus parvifolius</i>	○	○
	ホザキナナカマド	<i>Sorbaria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i>	○	○
	シモツケ	<i>Spiraea japonica</i>	○	
マメ	ウスバヤブマメ	<i>Amphicarpaea edgeworthii</i> var. <i>trisperma</i>	○	
	ヤブハギ	<i>Desmodium podocarpium</i> ssp. <i>oxyphyllum</i> var. <i>mandshuricum</i>	○	○
	ヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i>	○	
	コメツブウマゴヤシ	<i>Medicago lupulina</i> *	○	
	シロバナシナガワハギ	<i>Mellilotus officinalis</i> ssp. <i>alba</i> *	○	○
	ムラサキツメクサ	<i>Trifolium pratense</i> *	○	○
	シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i> *	○	
カタバミ	カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i>	○	
	エゾタチカタバミ	<i>Oxalis fontana</i>	○	
フウロソウ	ゲンノショウコ	<i>Geranium thunbergii</i>	○	○
ムクロジ	アカイタヤ	<i>Acer mono</i> var. <i>mayrii</i>	○	
ニシキギ	オニツルウメモドキ	<i>Celastrus orbiculatus</i> var. <i>papillosus</i>	○	
ブドウ	ノブドウ	<i>Ampelopsis glandulosa</i> var. <i>heterophylla</i>	○	
	ヤマブドウ	<i>Vitis coignetiae</i>	○	
アオイ	シナノキ	<i>Tilia japonica</i>	○	
ミソハギ	エゾミソハギ	<i>Lythrum salicaria</i>		○
アカバナ	メマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i> *	○	○
ウコギ	オオチドメ	<i>Hydrocotyle ramiflora</i>		○
合弁花類				
サクラソウ	クサレダマ	<i>Lysimachia vulgaris</i> var. <i>davurica</i>	○	
キョウチクトウ	ガガイモ	<i>Metaplexis japonica</i>	○	○
ムラサキ	ノハラムラサキ	<i>Myosotis arvensis</i> *	○	
	ヒレハリソウ	<i>Symphytum officinale</i> *	○	○
タヌキモ	コタヌキモ	<i>Utricularia intermedia</i>		○
ハエドクソウ	ハエドクソウ	<i>Phryma leptostachya</i> ssp. <i>asiatica</i>	○	
オオバコ	タチイヌノフグリ	<i>Veronica arvensis</i> *	○	
	オオバコ	<i>Plantago asiatica</i>	○	○
	ヘラオオバコ	<i>Plantago lanceolata</i> *	○	○
キク	ブタクサ	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> *	○	
	オオヨモギ	<i>Artemisia montana</i>	○	○
	アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i> *		○
	フランスギク	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> *	○	
	ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i> *	○	
	ヨツバヒヨドリ	<i>Eupatorium chinense</i> ssp. <i>sachalinense</i>	○	
	ブタナ	<i>Hypochoeris radicata</i> *	○	
	アキタブキ	<i>Petasites japonicus</i> var. <i>giganteus</i>	○	
	オオハンゴンソウ	<i>Rudbeckia laciniata</i> *	○	
	オオアワダチソウ	<i>Solidago gigantea</i> var. <i>leiophylla</i> *	○	○
	ノゲシ	<i>Sonchus oleraceus</i>	○	
	セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i> *	○	
単子葉植物				
イネ	コヌカグサ	<i>Agrostis alba</i> *	○	○
	ハルガヤ	<i>Anthoxanthum odoratum</i> *	○	○
	ヤマアワ	<i>Calamagrostis epigeios</i>	○	
	カモガヤ	<i>Dactylis glomerata</i> *	○	○
	エゾノサヤヌカグサ	<i>Leersia oryzoides</i>		○
	ホソムギ	<i>Lolium perenne</i> *	○	
	クサヨシ	<i>Phalaris arundinacea</i>	○	○
	ヨシ	<i>Phragmites australis</i>		○
	ツルヨシ	<i>Phragmites japonica</i>		○
	スズメノカタビラ	<i>Poa annua</i>	○	
	ナガハグサ	<i>Poa pratensis</i> *	○	○
	クマイザサ	<i>Sasa senanensis</i>	○	
	キンエノコロ	<i>Setaria pumilla</i>	○	

サトイモ	コウキクサ	<i>Lemna minor</i>		○
ガマ	ガマ	<i>Typha latifolia</i>		○
カヤツリグサ	ヒメカワズスゲ	<i>Carex brunnescens</i>		○
	ビロードスゲ	<i>Carex fedia</i> var. <i>miyabei</i>	○	○
	ツルスゲ	<i>Carex pseudocuraica</i>		○
	ハリイ	<i>Eleocharis congesta</i>		○
	ヌマハリイ	<i>Eleocharis mamillata</i> var. <i>cyclocarpa</i>		○

外来種には学名の後に * を付した

表2 植樹地の記録植物

科名	種名	学名	2005	2006	2007	2008	2010	2012	2014	2016
シダ植物										
	トクサ	<i>Equisetum arvense</i>		○	○	○	○	○	○	○
	コウヤワラビ	<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>								○
種子植物										
被子植物										
双子葉植物										
離弁花類										
クルミ	オニグルミ	<i>Juglans ailanthifolia</i>								○
ヤナギ	エゾノハコヤナギ	<i>Salix hultenii</i> var. <i>angustifolia</i>				○		○	○	
	オオバヤナギ	<i>Toisusu urbaniana</i>					○		○	
カバノキ	シラカンバ	<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>						○	○	
ブナ	ミズナラ	<i>Quercus mongolica</i> ssp. <i>crispula</i>						○	○	○
ニレ	ハルニレ	<i>Ulmus japonica</i>				○	○	○	○	○
クワ	ヤマグワ	<i>Morus australis</i>								○
タデ	ソバカズラ	<i>Fallopia convolvulus</i> *		○						
	オオイヌタデ	<i>Persicaria lapathifolia</i>					○			
	イヌタデ	<i>Persicaria longiseta</i>	○	○		○	○	○	○	
	イシミカワ	<i>Persicaria perfoliata</i>		○						
	サナエタデ	<i>Persicaria scabra</i>	○	○						
	ハミチヤナギ	<i>Polygonum arenastrum</i> *		○						
	ヒメスイバ	<i>Rumex acetosella</i> *			○	○	○	○	○	○
	ナガバギシギシ	<i>Rumex crispus</i> *				○	○	○	○	○
	エゾノギシギシ	<i>Rumex obtusifolius</i> *	○	○	○	○	○	○	○	○
	スベリヒユ	<i>Portulaca oleracea</i>	○							
ナデシコ	ミミナグサ	<i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>angustifolium</i>						○		
	オオヤマフスマ	<i>Moehringia lateriflora</i>		○		○		○		○
	ツメクサ	<i>Sagina japonica</i>		○			○			
	ヒロハノマンテマ	<i>Silene alba</i> *			○	○	○	○		
	サクラマンテマ	<i>Silene pendula</i> *				○	○			
	ノハラツメクサ	<i>Spergularia arvensis</i> *		○						
	ウスベニツメクサ	<i>Spergularia rubra</i> *		○						
	ノミノフスマ	<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i>		○						
	ウシハコベ	<i>Stellaria aquatica</i>				○				
	カラフトホソバハコベ	<i>Stellaria graminea</i> *						○		
ヒユ	エゾオオヤマハコベ	<i>Stellaria radians</i>					○		○	
	シロザ	<i>Chenopodium album</i>	○	○		○	○			
	アカザ	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	○	○	○	○				
	コアカザ	<i>Chenopodium ficifolium</i> *		○						
	アオゲイトウ	<i>Amaranthus retroflexus</i> *	○							
	キンボウゲ	<i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypoleucum</i>						○		○
	オトギリソウ	<i>Hypericum perforatum</i> var. <i>angustifolium</i> *								○
	アブラナ	<i>Barbarea vulgaris</i> *			○	○	○		○	○
	セイヨウアブラナ	<i>Brassica napus</i> *	○	○						
	ナズナ	<i>Capsella bursa-pastoris</i>		○	○	○				
バラ	ヤマタネツケバナ	<i>Cardamine scutata</i>		○						
	ヒメグンバイナズナ	<i>Lepidium densiflorum</i> *								
	スカシタゴボウ	<i>Rorippa islandica</i>	○					○		
	キレハイヌガラシ	<i>Rorippa sylvestris</i> *		○		○				
	キンミズヒキ	<i>Agrimonia japonica</i>			○	○	○	○	○	○
	オランダイチゴ	<i>Fragaria × ananassa</i> *				○				
	オキシムシロ	<i>Potentilla supina</i> *				○				
	ミツモトソウ	<i>Potentilla cryptotaeniae</i> var. <i>insularis</i>				○	○			
	ミツバツクリ	<i>Potentilla freyniana</i>					○	○		○
	エゾノミツモトソウ	<i>Potentilla norvegica</i> *			○	○				
マメ	エゾヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i>								○
	エゾイチゴ	<i>Rubus idaeus</i> var. <i>aculeatissimus</i> f. <i>concolor</i>			○	○	○	○	○	○
	ナワシロイチゴ	<i>Rubus parvifolius</i>			○	○	○	○	○	○
	ホザキナナカマド	<i>Sorbaria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i>							○	○
	シモツケ	<i>Spiraea japonica</i>					○		○	○
	ウスバヤブマメ	<i>Amphicarpaea edgeworthii</i> v. <i>trisperma</i>					○		○	○
	ヤブハギ	<i>Desmodium podocarpium</i> ssp. <i>oxyphyllum</i> var. <i>mandshuricum</i>			○		○	○	○	○
	ヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i>			○	○	○	○	○	○
	メドハギ	<i>Lespedeza cuneata</i>						○		
	コメツブウマゴヤシ	<i>Medicago lupulina</i> *		○	○	○	○	○	○	○
カタバミ	シロバナシナガワハギ	<i>Melilotus officinalis</i> ssp. <i>alba</i> *		○	○	○	○	○	○	○
	シナガワハギ	<i>Melilotus officinalis</i> ssp. <i>alba</i> f. <i>suaveolens</i> *			○	○				
	タチオランダゲンゲ	<i>Trifolium hybridum</i> *		○			○			
	ムラサキツメクサ	<i>Trifolium pratense</i> *		○	○	○	○	○	○	○
	シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i> *		○	○	○	○	○	○	○
	カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i>		○						○
	エゾタチカタバミ	<i>Oxalis fontana</i>		○	○	○	○	○	○	○
	フウロソウ	<i>Geranium sibiricum</i> var. <i>glabris</i>							○	
	ゲンノショウコ	<i>Geranium thunbergii</i>				○	○	○	○	○
	ムクロジ	<i>Acer mono</i> var. <i>mayrii</i>								○
ニシキギ	オニツルウメモドキ	<i>Celastrus orbiculatus</i> var. <i>papillosus</i>								○
	ブドウ	<i>Ampelopsis glandulosa</i> var. <i>heterophylla</i>						○		○
	ヤマブドウ	<i>Vitis coignetiae</i>							○	○
	アオイ	<i>Tilia japonica</i>					○	○	○	○
	スミレ	<i>Viola tricolor</i> *		○		○				
	ミソハギ	<i>Lythrum salicaria</i>					○	○	○	
	アカバナ	<i>Epilobium glandulosum</i> var. <i>asiaticum</i>		○						
		<i>Epilobium montanum</i>		○						
		<i>Oenothera biennis</i> *		○	○	○	○	○	○	○
合弁花類										
サクラソウ	クサレダマ	<i>Lysimachia vulgaris</i> var. <i>davurica</i>								○
モクセイ	ヤチダモ	<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i>							○	○
キョウチクトウ	ガガイモ	<i>Metaplexis japonica</i>		○		○	○	○	○	○
ヒルガオ	ヒルガオ	<i>Calystegia japonica</i>						○	○	
ムラサキ	オニリリソウ	<i>Cynoglossum asperum</i>		○						
シソ	ノハラムラサキ	<i>Myosotis arvensis</i> *				○	○	○	○	○
	ヒレハリソウ	<i>Symphytum officinale</i> *					○	○	○	○
	チシマオドリコソウ	<i>Galeopsis bifida</i> *	○	○	○	○	○	○	○	○
	エゾイヌゴマ	<i>Stachys nederi</i> var. <i>villosa</i>				○				
ナス	イヌホオズキ	<i>Solanum nigrum</i>	○	○	○					
サギゴケ	トキウハセ	<i>Mazus pumilus</i>		○		○				
ゴマノハグサ	ビロードモウズイカ	<i>Verbascum thapsus</i> *		○	○	○	○	○		

[illegible]

表4 带状区 東西

科 名	種 名	年 齢																														株数	区数	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			30
トクサ	スギナ											1	1		1				1	2	1	1	1	1	2	1	1					14	12	
ニレ	ハルニレ				3		3	4				1	2	1																		14	6	
タデ	エゾノギンギシ																	1	1													2	2	
バラ	エゾイチゴ																			1		2	1		2	3	3					12	6	
バラ	ホザキナナカマド																						5	1								6	2	
マメ	ウスバヤブマメ																											1				1	1	
マメ	シロツメクサ																	1														1	1	
フウロソウ	ゲンノショウコ																1	1														2	2	
アカバナ	メマツヨイグサ																	1														1	1	
オオバコ	ヘラオオバコ																		2	1										1		4	3	
キク	オオヨモギ																								1				1			2	2	
キク	ヨツバヒヨドリ																								1							1	1	
キク	ブタナ																	1														1	1	
キク	オオアワダチソウ																			3	9	10	6		3	2			2	4	1	40	9	
キク	セイヨウタンポポ																	1														1	1	
イネ	コヌカグサ							5	8	8	3	5	6	6		2	4					3		1		2	2	2	2	3	6	68	17	
イネ	ハルガヤ																		2				3	2	1		1	1				10	6	
イネ	ホムムギ	15	10	8	3	3	2						1	10	8	10	4	5								2	2	1	1			85	16	
イネ	クサヨシ									5	3														2	4	3		4	5		3	29	8
カヤツリグサ	ピロードスゲ																													3		3	1	
	種 数	1	1	2	1	2	3	1	1	2	3	3	4	1	3	1	3	8	5	3	2	5	4	8	5	6	5	4	4	4	3	株計		
	2014 年 種 数	1	1	3	1	2	3	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2	5	5	2	2	3	6	4	2	3	4	2	4	4	2	297		

表5 帯状区 南北

表5 帯状区 南北		南																														北									
科 名	種 名	0 [~]	1 [~]	2 [~]	3 [~]	4 [~]	5 [~]	6 [~]	7 [~]	8 [~]	9 [~]	10 [~]	11 [~]	12 [~]	13 [~]	14 [~]	15 [~]	16 [~]	17 [~]	18 [~]	19 [~]	20 [~]	21 [~]	22 [~]	23 [~]	24 [~]	25 [~]	26 [~]	27 [~]	28 [~]	29 [~]	株数	区数								
トクサ	スギナ		1			1											3	3	1	1									2			12	7								
ニレ	ハルニレ	10	1	2	3							1	2					3															22	7							
タデ	エゾノギシギシ														1	1																	2	2							
オトギリソウ	コゴメバオトギリ					2																											2	1							
バラ	キンミズヒキ												1																				1	1							
バラ	エゾイチゴ						2															1											3	2							
マメ	ウスバヤブマメ																					1										3	3	1							
マメ	ムラサキツメクサ																					1				2			2	4	3	2	14	6							
マメ	シロツメクサ																				1	1	2	3	5	3	10	10	4				39	9							
フウロソウ	ゲンノショウコ	1																																3	3						
アカバナ	メマツヨイグサ		1													1							1		1								2	2							
オオバコ	ヘラオオバコ																			1			1	1			1	2	1	5	1		13	8							
キク	ブタクサ																2										1						3	2							
キク	オオヨモギ		1																					3									4	2							
キク	ブタナ																									1	1						2	2							
キク	オオアワダチソウ					2	9	10	10	2																							33	5							
キク	セイヨウタンポポ																							1	1	2	6	4	4	1	1		20	8							
イネ	コヌカグサ	3	3	2	1																	3					2	1	1				16	8							
イネ	ハルガヤ	3	3	5	3	5	2	1				2	2	3	2	3			3	2	5	2	4		3	7	1	1		1	2	5	70	24							
イネ	ホソムギ				3			1	1	2	3	2	7	12	6	8	3	5	5	7	1	4											70	16							
カヤツリグサ	ビロードスゲ							1	1	1	3		2																2				10	6							
	種 数	4	6	3	4	4	3	4	3	3	4	4	3	2	3	3	4	3	4	4	6	5	4	5	6	6	5	6	4	4	4	3	株計								
	2014 年 種 数	3	6	4	6	3	3	3	1	5	3	4	3	3	1	1	1	2	4	4	5	3	2	1	3	5	5	4	2	2	3	344									

(2) 小型哺乳類

B 区でドブネズミ 2 頭, C 区でタイリクヤチネズミ 1 頭, ドブネズミ 2 頭が捕獲された(表 6, 表 7)。ドブネズミは 2006 年に B 区で 1 頭, 2008 年, 2010 年は D 区でやや多く捕獲されたが, その後の 2 回の調査では捕獲されていなかった。今回, オスの成体, 幼体とメスの経産個体が捕獲されたことから, 調査区周辺から侵入して繁殖したものと考えられる。タイリクヤチネズミどの調査区でも 2012 年までは毎回捕獲されていたが, 前回(2014 年)の調査で 2 頭捕獲されたのみで, 今後絶滅する可能性があることを示した(磯他 2014)。それは, ネズミ類の個体数の年変動の影響で少なかったことも考えられるが(図 3), それ以上に生息可能な環境が孤立した小面積の B 区と C 区のみになり, 個体群が非常に不安定な状態になっているためである。それでもメスの経産個体が確認され繁殖していることは確認された。今回はさらにオスの亜成体が C 区で 1 頭捕獲されただけで, タイリクヤチネズミは絶滅寸前と考えられる。今後, 他の地域から移動してくる可能性もあるが, この区域一帯の生息環境ではタイリクヤチネズミ個体群が安定して維持されることはすでに難しいと思われる。

引用文献

<植物>

- 舟橋 健ほか(2006) 旭川市科学館敷地内の草本植物調査. 旭川市科学館研究報告, 1:1-4.
- 成田 一芳ほか(2008) 旭川市科学館野外自然観察空間の植物調査について. 旭川市科学館研究報告, 3:33-39.
- 五十嵐 博(2000) 北海道帰化植物便覧. 北海道野生植物研究所.
- 石川 信夫ほか(2004) (仮称) 旭川市青少年科学館建設予定地の生態系調査について(第 1 報). 旭川市青少年科学館報, 2:2-14.

磯 清志ほか(2007) 旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について. 旭川市科学館研究報告, 2:1-22.

磯 清志ほか(2009) 旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について. 旭川市博物科学館研究報告, 1:1-26.

磯 清志ほか(2011) 旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について. 旭川市博物科学館研究報告, 4:27-58.

磯 清志ほか(2013) 旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について. 旭川市博物科学館研究報告, 5:17-46.

磯 清志ほか(2014) 旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について. 旭川市科学館研究報告, 10:27-39.

岩月 善之助編(2001) 日本の野生植物 コケ. 平凡社.

環境庁自然保護局編(1994) 自然環境保全基準調査「植物目録」修正版.

佐竹 義帆ほか(1999) 新装版日本の野生植物 草本 I~III. 平凡社.

佐藤 孝夫(2004) 新版北海道樹木図鑑. 亜瑠西社.

清水 健夫編(2003) 日本の帰化植物. 平凡社.

梅沢 俊(2007) 新北海道の花. 北海道大学出版会.

米倉 浩司(2013) 維管束植物分類表. 北隆館.

<哺乳類>

石川信夫・小河幸次・斉藤和範・塩田惇・鈴木紘一・出羽寛・藤井忠行・佐々木恵一・坂本孝生・南尚貴(2004)

(仮称) 旭川市青少年科学館建設予定地の生態系調査について(第 1 報). 旭川市青少年科学館報, Vo. 2:2-14.

磯清志・出羽寛・成田一芳・舟橋健・南尚貴・山本和生・篠原隆明(2013) 旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について. 旭川市博物科学館研究報告, 第 5 号:17-46.

磯清志・出羽寛・成田一芳・舟橋健・南尚貴・山本和生(2014) 旭川市科学館野外自然観察空間の生態系調査について. 旭川市科学館研究報告, 第 10 号:40-41.

調査区	種 類	2016.10.5-7			2014.10.14-16			2012.10.3-5			2010.10.25-27			2008.10.21-23			2006.10.17-19			2003.5.17-19		
		ワナ数	捕獲数	100TN	ワナ数	捕獲数	100TN	ワナ数	捕獲数	100TN	ワナ数	捕獲数	100TN	ワナ数	捕獲数	100TN	ワナ数	捕獲数	100TN	ワナ数	捕獲数	100TN
A	タイリクヤチネズミ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	9	25	33	0	0	42	1	2.4
B	タイリクヤチネズミ	44	0	0	45	0	0	33	3	9.1	49	5	10.2	39	9	23.1	33	8	24.4	21	2	9.5
	ドブネズミ	-	2	4.5	-	0	0.0	-	0	0.0	-	0	0.0	-	0	0.0	-	1	3.0	-	0	0.0
	タイリクヤチネズミ	-	1	2.0	-	2	3.9	-	15	33.3	-	10	30.3	-	5	18.5	-	3	11.1	-	1	6.7
C	ハツカネズミ	51	0	0.0	51	0	0.0	45	0	0.0	33	1	3.0	27	0	0.0	27	1	3.7	15	0	0.0
	ドブネズミ	-	2	3.9	-	0	0.0	-	0	0.0	-	0	0.0	-	0	0.0	-	0	0.0	-	0	0.0
D	タイリクヤチネズミ	-	-	-	-	-	-	48	5	10.4	33	3	9.1	30	3	10.0	30	6	20.0	30	4	13.3
	ドブネズミ	-	-	-	-	-	-	-	0	0.0	-	2	6.1	-	5	16.7	-	0	0.0	-	0	0.0
合 計		95	5	5.3	96	2	2.1	126	23	18.0	115	21	18.3	126	31	24.6	123	19	15.4	108	8	7.4

100TN：ワナ100個、一晩あたりに換算した捕獲数

2003年は5月の調査のため捕獲数は少ない

表6 ネズミ類の捕獲結果の推移

個体No.	種 名	性別	体重(g)	齢	繁殖状況	捕獲位置		
						10月5日	10月6日	10月7日
1	ドブネズミ	♂	56.0	亜成体	T(-)	B区		B区
死亡	ドブネズミ	♂	125.0	成体	T(+)	B区		
2	タイリクヤチネズミ	♂	20.0	亜成体	T(±)	C区		
死亡	ドブネズミ	♀	109.0	成体	V(+), M(+)	C区		
死亡	ドブネズミ	♂	16.0	幼体	T(-)			C区

繁殖状態 ♀ V(膣口) +開口 ±やや開口 一未開口 M(乳頭) +発達 一未発達 ♂ T(睾丸) +降下 ±やや降下 一未降下

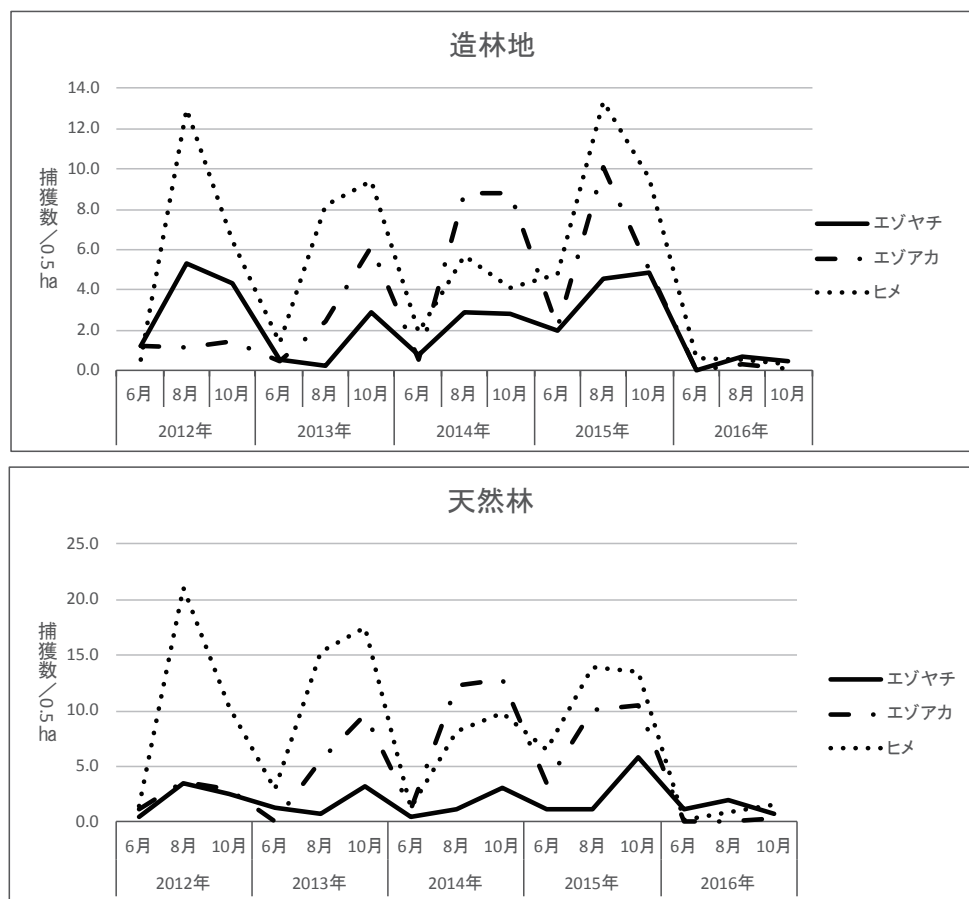
表7 捕獲個体の計測値と捕獲位置

樹冠閉鎖度 (%)						
	2016	2014	2012	2010	2008	2006
A区	—	—	—	—	29.6	42.7
B区	38.9	28.3	15.9	27.8	21.9	35.5
C区	26.2	20.3	16.0	3.2	1.1	1.1
D区	—	—	51.6	50.9	47.0	30.5

林床植被率 (%)						
	2016	2014	2012	2010	2008	2006
A区	—	—	—	—	43.3	8.6
B区	72.1	71.0	80.0	74.7	66.5	70.5
C区	60.3	72.9	86.3	92.7	70.0	78.3
D区	—	—	60.9	64.5	56.0	55.4

* 2003年は植生の記録を取っていない

表8 樹冠閉鎖度と林床植被率の推移



北海道立総合研究機構 林業試験場
エゾヤチネズミ発生情報データより作図

図3 野ネズミ類の予察調査結果
(道有林、上川地域)

旭川市博物館研究報告第 23 号
旭川市科学館研究報告第 12 号

平成29年（2017年）3月31日発行

■編集・発行■

旭川市博物館（館長 瀬川拓郎）

旭川市科学館（館長 伊藤 豊）

■旭川市博物館■

〒070-8003 旭川市神楽 3 条 7 丁目

TEL (0166) 69-2004 / FAX (0166) 69-2001

■旭川市科学館■

〒078-8391 旭川市宮前 1 条 3 丁目 3 番32号

TEL (0166) 31-3186 / FAX (0166) 31-3310