

西北九州長崎県西海市に産する亀岳系黒曜石をもたらした
流紋岩質マグマ活動の特定

隅田祥光・川道 寛・中村彩野・坂本 桜・岩佐朋樹・角縁 進

西北九州長崎県西海市に産する亀岳系黒曜石をもたらした 流紋岩質マグマ活動の特定

隅田祥光^{1*}・川道 寛²・中村彩野¹・坂本 桜¹・岩佐朋樹³・角縁 進⁴

要 旨

西北九州には大規模黒曜石原産地である腰岳を中心に、いくつかの小～中規模の黒曜石原産地が点在する。近年、川道(2017,2021)により後期旧石器から縄文草創期にかけての腰岳を中心とした黒曜石の獲得に関わる人類行動の変化を知る上で、これらの小～中規模の黒曜石原産地の石材利用に関する考古学的な重要性が強調された。一方で黒曜石製石器の原産地分析を行う土台としてのこれらの黒曜石の分布や生成に関する地質学的な理解が不十分であることが指摘された。筆者らは長崎県西海市の上土井行から亀岳地域に産する灰色でガラス質に乏しい無光沢の石質を持った亀岳系黒曜石に注目し、これらの分布調査と周辺地域の流紋岩類の地質調査を行うことで、上土井行周辺で1地点、亀岳地域で2地点の新たな亀岳系黒曜石の原産地を見出した。また波長分散型蛍光X線分析装置による全岩化学組成分析を行なうことで、亀岳系黒曜石は化学組成に基づいてKA-1～3の3種に区分することができ、亀岳地域の流紋岩類は亀浦流紋岩・上岳流紋岩・穀光浦流紋岩の3種に区分することができることを明らかにした。さらにこれらの全岩化学組成に基づいた解析からKA-2は上岳流紋岩の火成活動に、KA-3が穀光浦流紋岩の火成活動に関連して形成されたことが示唆された。一方でKA-1と亀浦流紋岩については化学的特徴の類似性は示されたが、両者の成因関係の特定については今後の課題として残された。最後に長崎県埋蔵文化財センターで運用中のエネルギー分散型蛍光X線分析装置を用いた原産地判別分析を行ったところ、川道ほか(2018)が定めた亀岳系黒曜石の宮浦郷がKA-1に、亀浦がKA-2に、上土井行がKA-3に相当することが明らかにされた。

キーワード：西北九州、黒曜石原産地、全岩化学組成、亀岳系黒曜石、流紋岩

1. はじめに

長崎県北部から佐賀県西部にかけての西北九州の黒曜石と言えば、漆黒でガラス質に富む高光沢の腰岳産黒曜石²⁾が広く知られている(図1a・2a)。この腰岳産黒曜石は縄文時代には琉球列島や朝鮮半島南部においても石器石材として広く流通し、後期旧石器時代から縄文時代にかけての石材獲得活動にまつわる人類行動や社会集団の形態を知る手がかりとして多くの考古学者の研究対象として現在に至っている(Obata et al. 2010; 芝2018)。一方で、下川(1965)以来、長崎県佐世保市東浜町の淀姫神社周辺には、腰岳産黒曜石とは対照的なガラス質に

乏しい暗い灰色～明るい灰色³⁾で半光沢⁴⁾の黒曜石が産することが知られている(川道2021)。さらに佐世保市南部の針尾中町や古里海岸、そして西海市北部の上土井行や亀岳には、暗い灰色～明るい灰色で半光沢～無光沢の黒曜石が産することが知られ、これらの黒曜石も腰岳産黒曜石とともに石器石材として利用されていることが確認されている(長岡ほか2003; 川道2021)。腰岳産黒曜石を中心とした石材獲得活動にまつわる移動経路や行動変化の要因を明らかにするためには、これらの黒曜石原産地の地質学的・考古学的な様相を明らかにした上で、黒曜石製石器の原産地を厳密に判別することが必要である。

近年川道(2021)は、佐世保市から西海市に分布する

1 長崎大学教育学部 〒852-8521 長崎県長崎市文教町1-14
2 西海市教育委員会 〒857-2392 長崎県西海市大瀬戸町瀬戸樫浦郷2222
3 長崎県埋蔵文化財センター 〒811-5322 長崎県壱岐市芦辺町深江鶴亀触515-1
4 佐賀大学教育学部 〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町1
* 責任著者：隅田祥光 (geosuda@nagasaki-u.ac.jp)

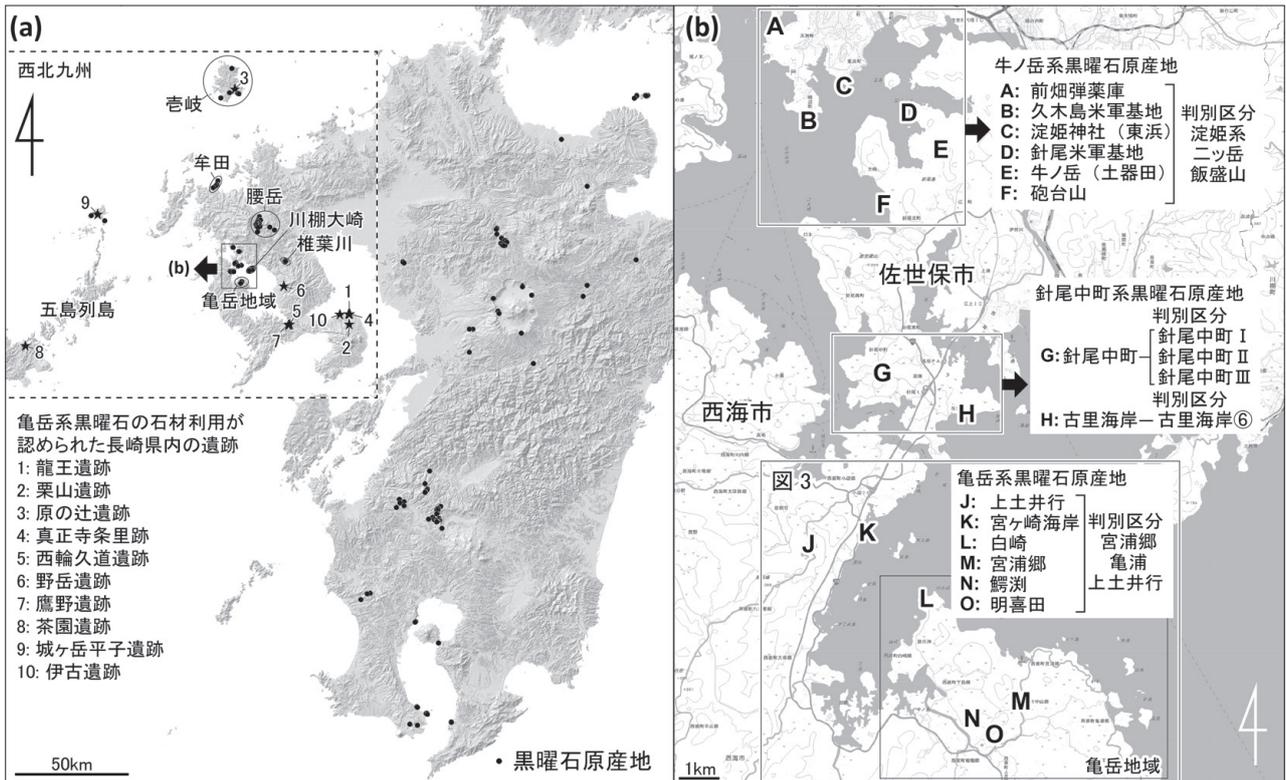


図1 九州の黒曜石原産地の分布 (a) と長崎県佐世保市～西海市の黒曜石原産地の分布 (b)

(九州の黒曜石原産地の分布は杉原編 (2014) に、原産地と判別区分の呼称は川道ほか (2018; 2020) に従う。石器利用が認められた長崎県内の遺跡の詳細は表2に示す。地名のよびがなは註1を参照。)

暗色～灰色でガラス質に乏しい半光沢～無光沢の黒曜石を、それらの分布・石質分類・エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 (EDXRF) を用いた化学分析⁵⁾ を駆使し、牛ノ岳系、針尾中町系、亀岳系²⁾ に再区分した (図1b)。そして西北九州における後期旧石器から縄文草創期にかけてのこれらの黒曜石の石材利用の変化が取りまとめられた。一方でこれらの黒曜石の原産地の地質学的な様相、例えば、各地の黒曜石をもたらした流紋岩質マグマ活動の特定についての理解が進んでいないことが指摘された。そこで筆者らは2019年より腰岳以外の西北九州の黒曜石原産地の様相を地質学的な側面から再整理する取り組みを開始し、隅田・藤塚 (2022) において川棚大崎産黒曜石 (図1b) は松岳流紋岩の活動によってもたらされたことを報告した。本論では亀岳系黒曜石とその周囲の流紋岩体の野外調査と化学分析を行うことで、亀岳系黒曜石をもたらした流紋岩質マグマ活動について新たに特定されたことを報告する。

2. 長崎県佐世保市から西海市にかけての黒曜石原産地の概要

川道 (2021) による長崎県佐世保市から西海市における牛ノ岳系黒曜石、針尾中町系黒曜石、亀岳系黒曜石の分布を図1bに示す。牛ノ岳系黒曜石は川道 (2019) により青い黒曜石と表現されたもので、佐世保市の佐世保湾岸 (図1b: A～F) に産する。断口や風化面の色は消炭色 (けしずみいろ) に最も近い。牛ノ岳では岩脈状に産するが、その他のものは海岸礫または段丘礫層中の礫として産する。断口は半光沢で色合いは灰～暗い灰である (図2b)。土志田ほか (2002) により牛ノ岳東方の流紋岩体より $2.6 \pm 0.3\text{Ma}$ の FT 年代が得られているが、この流紋岩体との正確な成因関係は定かではない。また波長分散型蛍光 X 線分析装置 (WDXRF) を用いた全岩化学組成分析により、長岡ほか (2003) は牛ノ岳周辺のを3種 (針尾島 A～C)、淀姫神社周辺のを2種 (淀姫神社 A と B) に分け、亀井ほか (印刷中) は牛ノ岳周辺から針尾島 A と針尾島 C 相当のもの、淀

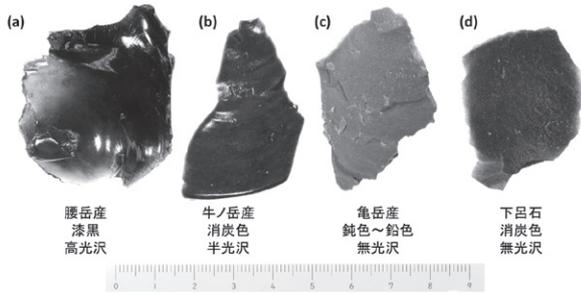


図2 各産地の黒曜石の断口面の色合いと光沢感の違い (a～d)

姫神社から淀姫神社 A と B 相当のものを報告した。一方で、川道ほか (2018, 2020) で示される長崎県埋蔵文化財センターで運用されている望月・池谷方式 (望月ほか1994) による EDXRF を用いた原産地判別分析においては淀姫系・ニッ岳・飯盛山の3種に区別されている (図1b)。

針尾中町系黒曜石は佐世保市針尾島内の針尾中町と古里海岸に分布する (図1b : G・H)。断口は半光沢から

微光沢で、断口や風化面の色は炭から消炭色である。阪口・迎 (1969) はこの地域に分布する別頭段丘礫層⁶⁾の中にこの種の黒曜石が含まれることを報告している。一方で長岡ほか (2003) はこの礫層の由来については火砕流堆積物あるいは崖錐堆積物としており、WDXRF を用いた定量分析により針尾中町と古里海岸に産する黒曜石を別当礫層⁶⁾ A, B, C に区分し、別当礫層 C は椎葉川産黒曜石に化学組成が類似するものとしている。亀井ほか (印刷中) は針尾中町と古里海岸において別当礫層 A と別当礫層 B 相当と牛ノ岳系黒曜石である針尾島 A を報告した。一方で川道ほか (2018) では EDXRF を用いた原産地判別分析において、針尾中町系黒曜石を針尾 I 群・針尾 II 群・針尾 III 群の3種に区分している (図1b)。いずれにしてもこの地域の流紋岩質マグマ活動と針尾中町系黒曜石の化学的な区分は大きな課題として残されている。

本研究対象とする亀岳系黒曜石は西海市東部の亀岳

地域⁷⁾からその対岸の上土井行

にかけて分布する (図1b : J ~

O)。これらの地域の黒曜石は清水

(1971 : 1973) が報告して以降、

下呂石 (図2d) に似ている

黒曜石とされ、川道 (2021) により

亀岳系黒曜石の研究史がまとめ

られている。亀岳系黒曜石の断口

は無光沢で鈍色から鉛色であり

(図2c)、しばしば亀甲状の風化面

が特徴的に発達する。亀岳地域で

は亀浦流紋岩の分布に沿って産し

(図3)、この亀浦流紋岩から 5.26 ± 0.39 Ma

の FT 年代値が報告されている (田島

ほか1992)。亀岳系黒曜石はこの

流紋岩の火成活動により生成した

と考えられ (長岡ほか2003)、腰

岳産黒曜石など西北九州の主要な

黒曜石を生成した有田流紋岩類の

活動時期 (2.6 ± 0.2 Ma ; 杉原編2014) とは大きく異なるものである。

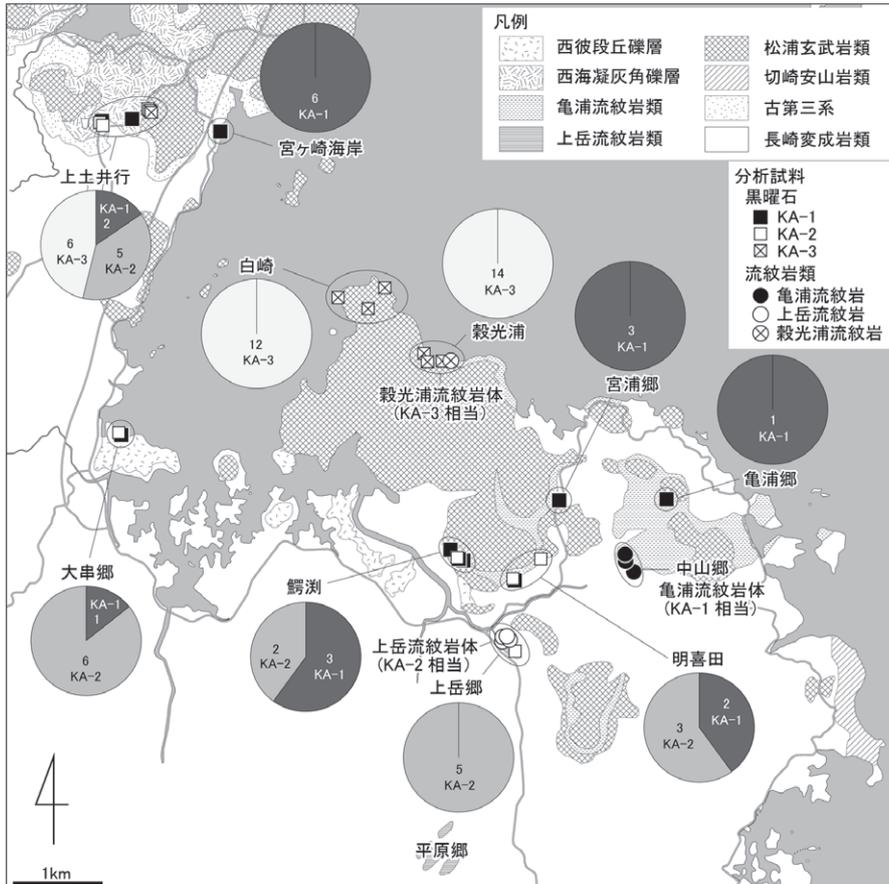


図3 亀岳系黒曜石 (KA-1~3) と亀岳地域の流紋岩類の分布と試料採取地点 (円グラフ内の数字は分析試料の点数を表す。地質図は田島 (1987) に従う。地名のふりがなは註1を参照。)

一方で対岸の上土井行には流紋岩や安山岩の亜角礫を含む礫層の露頭を確認することができ、この礫層は野田・牟田 (1957) により面高礫岩、阪口・迎 (1969) により別頭段丘礫層、田島 (1987) により西海凝灰角礫層 (図3) に区分されたものに相当する。長岡ほか (2003) はこの礫層は崖錐堆積物であり黒曜石が礫として含まれると記載している。これらのことから亀岳系黒曜石は亀岳地域での流紋岩質マグマ活動に伴って生成されたものが、山体崩壊、火砕流もしくは土石流などの何らかの自然現象で対岸地域まで及び、上土井行に二次堆積物として産していると推測される。現在の地形や地質から判断すると、亀岳流紋岩は形成当時大きな溶岩ドームを形成していたか、もしくはより広範囲に分布していた可能性が考えられる。

先行研究による WDXRF を用いた定量分析では上土井行から亀岳地域にかけての黒曜石を長岡ほか (2003) は亀浦流紋岩 A と亀浦流紋岩 B に区分している。亀井ほか (印刷中) も亀浦流紋岩 A と亀浦流紋岩 B に相当する黒曜石が亀岳地域と上土井行の両地域に分布していることを示した。一方で川道ほか (2018) による EDXRF を用いた原産地判別分析において、亀岳系黒曜石は宮浦郷・亀浦・上土井行の3種に区分されている。すなわち EDXRF 分析によって亀岳系黒曜石は3種の化学組成の異なるものが混在していることが示されている。なお亀岳地域の白崎と明喜田は、いずれも遺跡として認識され黒曜石製石器を採取することができる (長崎県教育委員会2002; 西彼町教育委員会2005)。ただし白崎では最大直径25cm 重量9kg の黒曜石の亜角礫が採取され (川道2021)、明喜田は流紋岩体の分布上に位置し多くの黒曜石の原石を採取することができることから、いずれの地点も地質学的な原産地としての様相も呈していると判断できる。

3. 本研究における野外調査の結果

3-1 亀岳系黒曜石の分布と産状

亀岳系黒曜石は、亀岳地域では鰐淵・明喜田・宮浦郷・

白崎に、その対岸地域では上土井行・宮ヶ崎海岸に分布することが川道 (2021) により示されている (図1b)。本研究ではこれらの地域をより広域的に調査することで、亀岳地域で新たに上岳郷・穀光浦・亀浦郷において、そして対岸地域で新たに大串郷において亀岳系黒曜石が分布することを明らかにした (図3)。本論では新たに見出されたこれらの原産地の産状について主に紹介する。その他の原産地の産状については川道 (2021) で詳しく紹介されている。

上岳郷では標高21m 程度の小丘の表層や崖錐中に最大15cm 角程度の角礫状の黒曜石が産出する。またその周辺や斜面にも多数の黒曜石が散在する。ここから北西に約100m の地点の小丘に田島 (1987) の地質図で示される上岳流紋岩が分布している。穀光浦は亀岳地域の北の海岸に位置し、この海岸の海岸礫として最大径15cm 程度の角礫状～円礫状の亀岳系黒曜石が多産する。この海岸には流紋岩体の露頭も観察でき、この岩体は後述する WDXRF による全岩化学組成を用いた解析により穀光浦流紋岩体と区分した。亀岳地域東部の亀浦郷の丘陵地は亀浦流紋岩が広く分布する地域であるが (図3)、黒曜石の礫が集中して産する状況を確認することはできなかった。本研究では丘陵地の斜面において1点の10cm 角程度の亜角礫状の黒曜石のみ採取した。このほか亀岳地域の対岸の大串郷の半島の浜辺において20点程度の亜円～円礫の亀岳系黒曜石を採取した。大きさは最大で10cm 角程度の拳大であり穀光浦と比較するとその量は少ない。地質図によるとこの地域は段丘礫層が分布していることから、この段丘礫層中に亀岳系黒曜石が含まれ、それを給源とするものが海岸に散在していると考えられる。

その他に、本研究の調査で上土井行と鰐淵の2地点で、直径30cm で重量10kg 程度の巨礫をそれぞれ1点ずつ採取し、採取した全ての試料は亀岳系黒曜石の標本として長崎大学教育学部で保管している。さらに後述の WDXRF による全岩化学組成分析を行なった全ての試料は、原礫面の一部を残しつつ1cm 角程度のチップに加工し、ひとつの面を #800 のカーボラダムによる平面研磨を行なったのち標本ケースに入れ保管している。これらは、今後 EDXRF を用いた非破壊法での黒曜石

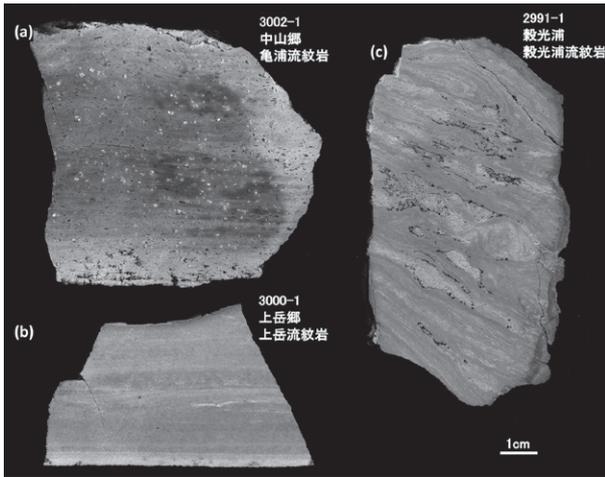


図4 亀岳地域における流紋岩類の表面研磨写真 (a～c)
(図中の数値は試料番号を表す。)

製石器の原産地の判別分析を行うための各原産地の基準試料として利用する予定である。

3-2 亀岳地域の流紋岩類の分布と産状

本研究では亀岳地域の流紋岩類について広域的に調査を行い、その内から試料採取を行なった中山郷・上岳郷・穀光浦の3地点についての産状を主に紹介する(図3)。田島ほか(1992)の地質図によると亀浦郷から中山郷にかけて亀浦流紋岩に相当する流紋岩類が広く分布する。また宮浦郷～明喜田～鰐淵にかけての亀岳系黒曜石が分布する地点は、全てこの流紋岩体が中山郷から北西へ細長く伸びる場所に位置している。亀岳地域の流紋岩は激しく風化し、特に標高100m付近の亀浦郷の丘陵地では露頭が完全に脆弱化し、薄片作製や化学分析を行うための試料を採取するのは困難である。一方で中山郷には舗装された道路の崖沿いに露頭が点在し、一部、角礫状になった流紋岩体を観察することができる。この地域の露頭はやや風化しているものの比較的新鮮な試料を採取することができる。さらに流紋岩の表面研磨面を観察すると顕著な流理構造が発達し、肉眼で確認することができる程度の粗粒の斜長石と黒雲母の斑晶が含まれていることが分かる(図4a)。なおこの中山郷は亀浦流紋岩の模式地の一つであり田島ほか(1992)が $5.26 \pm 0.39\text{Ma}$ のFT年代値を報告した試料の地点に相当する。

上岳郷には田島(1987)において上岳流紋岩に区分される $200 \times 100\text{m}$ 程度の流紋岩体がある(図3)。上岳流

紋岩はこの上岳郷を模式地とし、標高60m程度の2つの小丘の北部から西部の斜面において流紋岩の露頭が点在し、それらの露頭から比較的新鮮な試料を採取することができる。ここで採取した試料の表面研磨面を観察すると筋状の細かな流理状構造が発達し、肉眼で判別できる程度の斑晶は確認できない(図4b)。なお田島(1987)では、鰐淵から北方の標高60m付近において亀浦流紋岩相当の火砕岩を上岳流紋岩相当の火砕岩が覆う露頭があると記載されているが、本研究でその露頭は確認できなかった。さらに亀岳地域から南方5km程度の平原郷にも上岳流紋岩が分布することが記されているがその状況も確認できなかった。

亀岳地域北方の穀光浦では海岸沿いに拳大程度の火山礫を主体とする火山角礫岩としての流紋岩体の露頭を観察することができる。露頭表面はやや風化しているが比較的新鮮な角礫状の流紋岩を採取することができる。試料の表面研磨面を見ると流理構造が顕著で、より白色の流紋岩が流理に沿ってレンズ状に挟まれる様子が観察できる(図4c)。この穀光浦の流紋岩体は田島(1987)では亀浦流紋岩に区分されているものの、後述の全岩化学組成を用いた解析では亀浦流紋岩の模式地の一つである中山郷で採取したものとは明らかに化学的特徴が異なることが示された。本論ではこの穀光浦の流紋岩体を穀光浦流紋岩という呼称で再区分した。

4. 偏光顕微鏡観察と斜長石の化学分析

亀岳地域の中山郷・上岳郷・穀光浦で採取した流紋岩類と、鰐淵・上岳郷・穀光浦で採取した亀岳系黒曜石について岩石薄片を作製し、長崎大学教育学部設置の偏光顕微鏡(ニコン製OPTIPHOT2-POL)による観察を行なった。さらにそれらの薄片中に斑晶として含まれる斜長石の化学分析を佐賀大学に設置の電子線プローブマイクロアナライザー(EPMA; JEOL JXA-8100)を用いて測定した。測定条件は加速電圧が15kV、照射電流が20nA、ビーム径が $2\mu\text{m}$ とした。補正計算モデルはZAF法を用いた。分析結果を付表1に示す。鉄は全鉄2価の酸化物($\text{FeO}^{\text{t}} = \text{FeO} + 0.8998\text{Fe}_2\text{O}_3$)として表す。

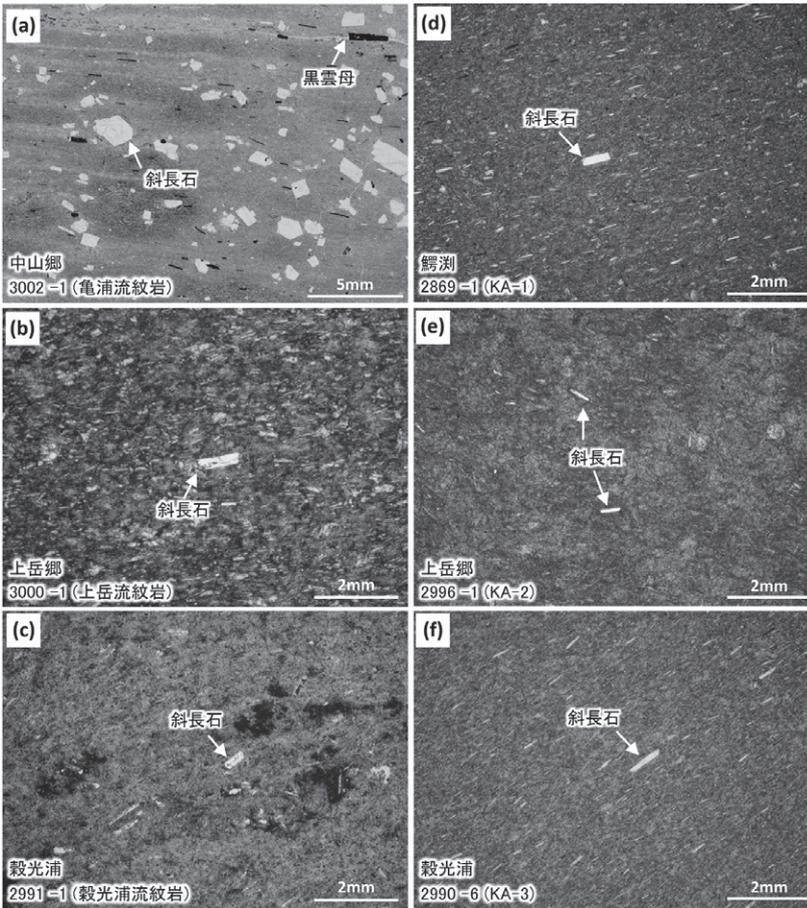


図5 亀岳地域の流紋岩類 (a～c) と亀岳系黒曜石 (d～f) の薄片写真 (図中の数字は試料番号を表す. 全て開放ニコル. 低倍率撮影 (a) は坂本・隅田 (2022) に従う)

亀岳地域の流紋岩類の薄片写真を図5a～cに示す。中山郷の流紋岩体は顕著な流理構造が発達し直径2mm程度の斜長石と黒雲母の斑晶が多く含まれる (図5a)。偏光顕微鏡下では斜長石には累帯構造や双晶が特徴的に発達している。上岳郷や穀光浦の流紋岩体も顕著な流理が発達しているが、斑晶として含まれる斜長石は少なく小さい (図5b・c)。これらの斑晶として含まれる斜長石の灰長石 ($An: CaAl_2Si_2O_8$) と曹長石 ($Ab: NaAlSi_3O_8$) の成分比 (モル比) は、中山郷ものは $An_{48} \sim_{43}$ (試料番号3002-1)、上岳郷のものは $An_{43} \sim_{41}$ (3000-1)、穀光浦のものは $An_{33} \sim_{29}$ (2991-1) である。穀光浦のものがやや Ab に富む傾向が見られるものの、いずれも Na にやや富む斜長石である中性長石 (Andesine) に分類され岩体間の明瞭な斜長石の化学組成の違いは認められない。

亀岳地域の鱈淵・上岳郷・穀光浦で採取した黒曜石の薄片写真を図5d～fに示す。これらの黒曜石は後述の

全岩化学組成を用いた解析によりそれぞれ異なる化学組成を有し KA-1～3 に区分した。いずれの地域のものも流理構造が発達し、斜長石の微斑晶が含まれる。斜長石の化学組成は、鱈淵のものが $An_{37} \sim_{25}$ (2869-1)、上岳郷のものが $An_{34} \sim_{32}$ (2996-1)、穀光浦のものが $An_{29} \sim_{27}$ である (2990-6)。これらについても Na にやや富む灰長石 (Oligoclase) から中性長石に分類され、地域ごと種類ごとに大きな岩石組織の違いや斜長石の化学組成の違いは認められない。

5. 全岩化学組成分析

5-1 分析試料と分析法

本研究で全岩化学組成分析を行った亀岳系黒曜石は、亀岳地域の44点 (上岳郷5点, 明喜田5点, 鱈淵4点, 宮浦郷3点, 亀浦1点, 白崎12点, 穀光浦14点),

上土井行の13点, 宮ヶ崎海岸の6点, 大串郷の7点である (図3)。亀岳地域の流紋岩類は、上岳郷のものが4点, 中山郷のものが3点, 穀光浦のものが3点である。全岩化学組成分析は、隅田・角縁 (2019) に従い長崎大学教育学部地学教室で岩石試料と融剤の混合比が1 : 5 のガラスビードを作製したのち、隅田・池谷 (2021) に基づいて明治大学黒曜石研究センター設置の WDXRF (Rigaku ZSX primus III+) を用いて実施した。分析元素は主要元素 (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P) と微量元素 (Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Th) である。主要元素は酸化物で表記し、鉄は全鉄3価の酸化物 ($Fe_2O_3^T = 1.111FeO + Fe_2O_3$) として表した。分析値の誤差や精度は隅田・池谷 (2021) に示す通りである。

5-2 亀岳系黒曜石の全岩化学組成

亀岳系黒曜石の全岩化学組成分析結果を付表2に示す。ここではまず全ての分析結果を元素ごとに図6のレ

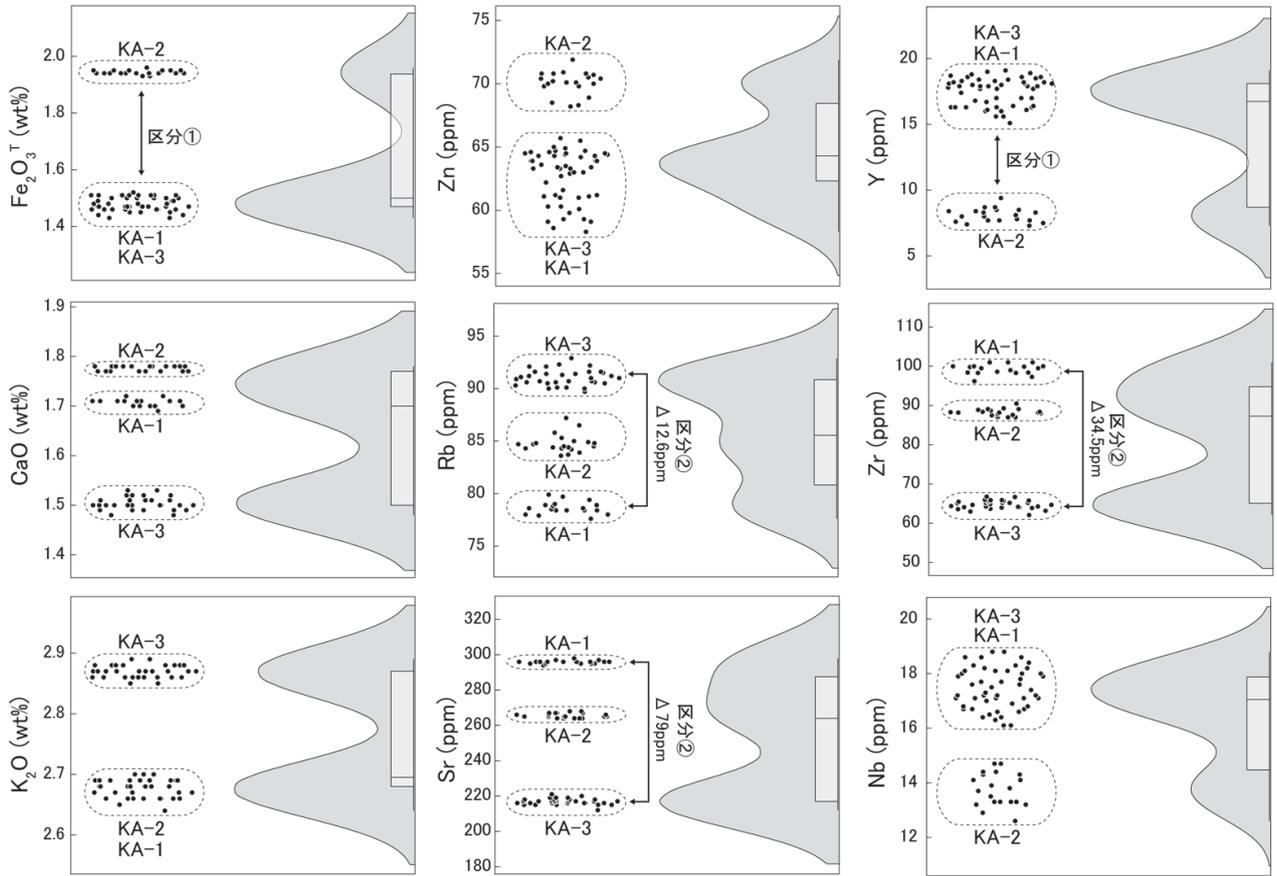


図6 亀岳系黒曜石の全岩化学組成のレイクラウドプロット

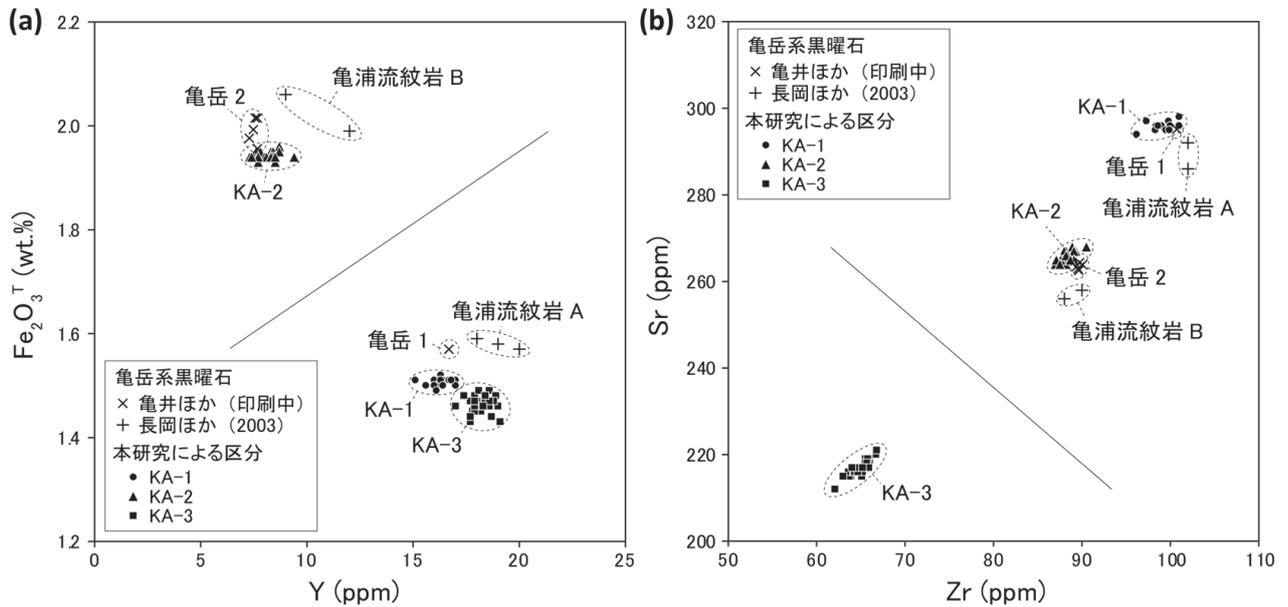


図7 全岩化学組成に基づいた亀岳系黒曜石 (KA-1~3) の判別図 (a・b)

インクラウドプロット⁸⁾ (Raincloud plot) 上に示した。すると CaO, Rb, Sr, Zr の図からは、3つの群 (KA-1~3) に区分できることが読み取れる。一方で Fe₂O₃T, K₂O, Zn, Y, Nb の図からは2つの群に区分できるこ

とが読み取れ、さらに K₂O で KA-3が, Fe₂O₃T, Zn, Y, Nb で KA-2が区分できることを利用すれば、K₂O に対する Fe₂O₃T, Zn, Y, Nb の含有量を対比させることで3つの群 (KA-1~3) を認識することが可能である。

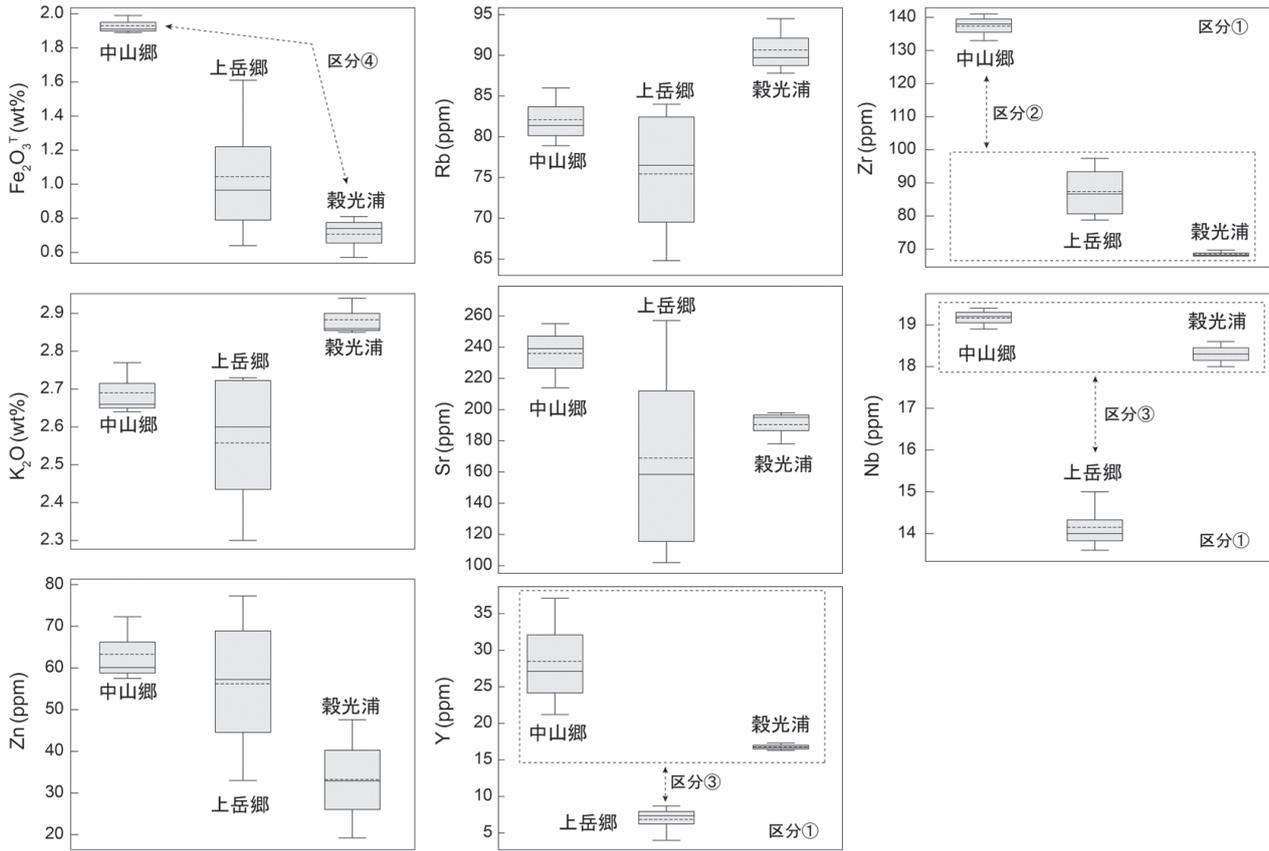


図8 亀岳地域（中山郷・上岳郷・穀光浦）における流紋岩体の全岩化学組成の箱ひげ図

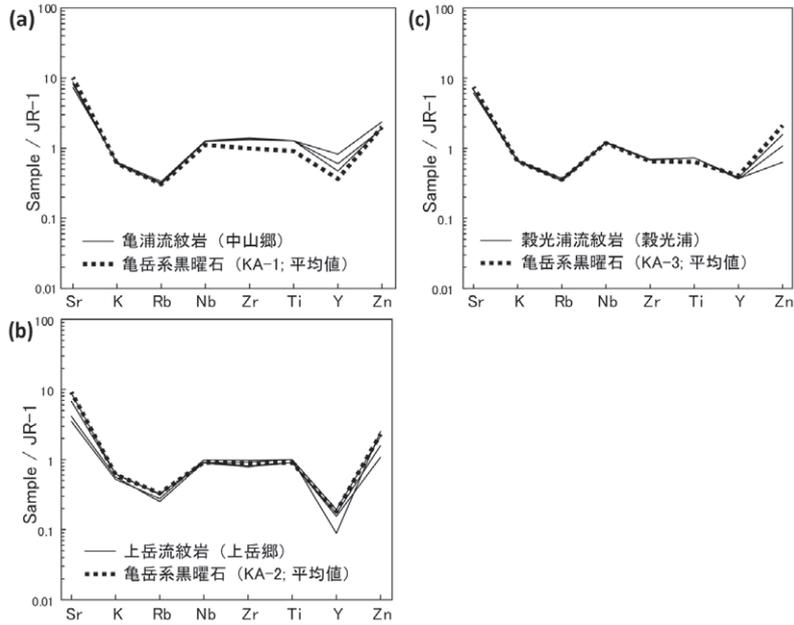


図9 岩石標準試料 JR-1規格の亀岳系黒曜石と流紋岩類の元素パターン図 (a～c)

すなわち亀岳系黒曜石は化学組成に基づいて3種に区分することが可能であり、ここではKA-1, KA-2, KA-3という記号を用いてそれらを表記することにした。これらの化学的特徴は、KA-1はSrとZrに最も富み、KA-2

はFe₂O₃TとCaOとZnに最も富みYとNbに最も乏しく、KA-3はK₂OとRbに最も富みCaOとSrとZrに最も乏しい。

続いて、KA-2を最も明瞭に区分可能なFe₂O₃TとY

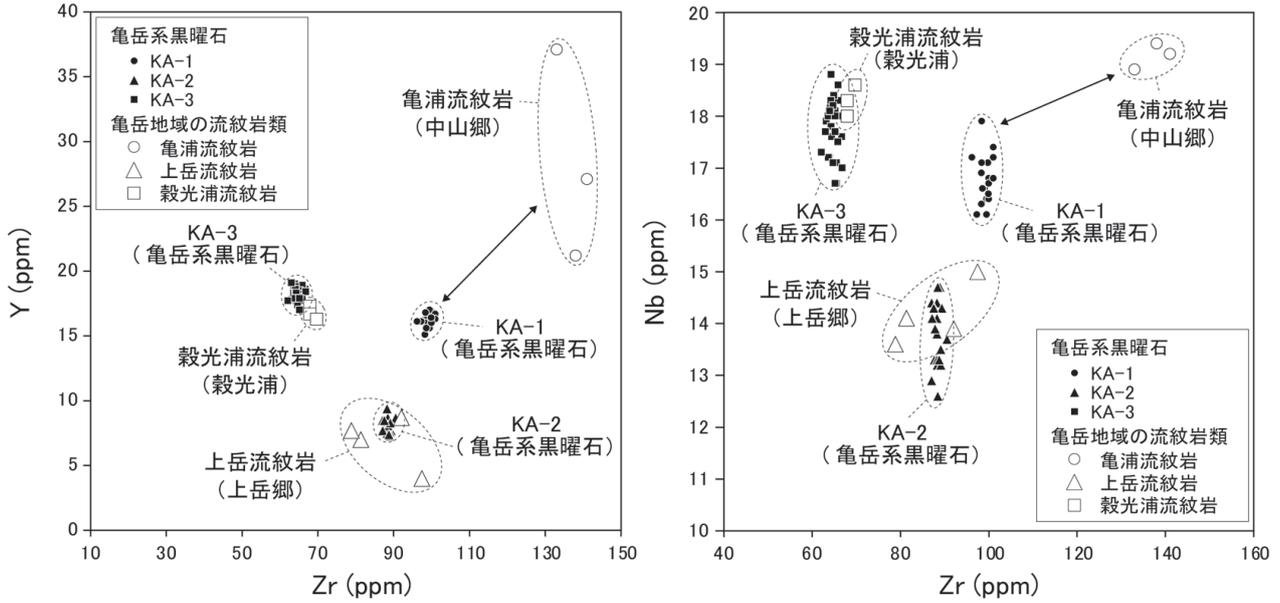


図10 亀岳系黒曜石と亀岳地域の流紋岩類の全岩化学組成の比較図

の含有量 (図6: 区分①), KA-1に対するKA-3を最も明瞭に区分可能なSrとZrの含有量 (図6: 区分②) を用いKA-1~3の判別図を作成した (図7a・b). さらにこれらの判別図上に長岡ほか (2003) と亀井ほか (印刷中) によるWDXRFによる全岩化学組成分析値をプロットした. なおこれらの判別図では, まず図7aでKA-2を判別し, 次に図7bでKA-1とKA-3を判別することが可能である. すると亀井ほか (印刷中) の亀岳1と長岡ほか (2003) の亀浦流紋岩AがKA-1に判別される. 亀井ほか (印刷中) の亀岳2と長岡ほか (2003) の亀浦流紋岩BがKA-2に判別される. 亀井ほか (印刷中) と長岡ほか (2003) にはKA-3に相当するものが含まれていないことが示される.

5-3 流紋岩類の全岩化学組成

亀岳地域の中山郷・上岳郷・穀光浦の3地点で採取した流紋岩類の全岩化学組成を付表2に示す. これらの試料の地点ごとの分析値は, 黒曜石の3つの群に比べてばらつきが大きく, これはマグマの冷却過程における結晶化に伴う岩体内の不均質化や風化作用による元素移動が影響している可能性がある. 3つの地域の流紋岩体の全岩化学組成を図8の箱ひげ図⁸⁾上で示すとY, Zr, Nbの図において地域ごとに異なった化学組成を有することが示される (区分①). さらに, 中山郷の流紋岩体は他

の2地点のものに比べて著しくZrに富み (区分②), 上岳郷の流紋岩体は他の2地点のものに比べて著しくNbとYに乏しい特徴がある (区分③). そして中山郷のものは上岳郷のものに比べて Fe_2O_3T に著しく富むことが示されている (区分④).

田島 (1987) による先行研究に基づく, 本研究で分析を行なった中山郷と穀光浦の流紋岩は亀岳流紋岩に相当し, 上岳郷のものは上岳流紋岩に相当する. しかし中山郷と穀光浦のものは明らかに化学的特徴が異なり, 和田峠産黒曜石の岩石標準試料 (JR-1) の推奨値 (Imai et al., 1995) で規格化した元素パターン図で両者を比較してみても, 特にNbからYにかけてのパターンの形状が異なっていることがわかる (図9a・b). 本研究では中山郷と穀光浦の流紋岩は異なるマグマ活動で形成されたものとし, 中山郷のものは田島 (1987) による亀浦流紋岩の模式地の一つであるため亀浦流紋岩とし, 穀光浦のものは新たに穀光浦流紋岩と呼ぶことにした.

6. 黒曜石と流紋岩体の全岩化学組成の対比

亀岳地域に産する3種の流紋岩体のそれぞれの化学的特徴を示すために, 図8の区分①を利用しZrに対するYとNbの2つの散布図を作成した (図10). これら

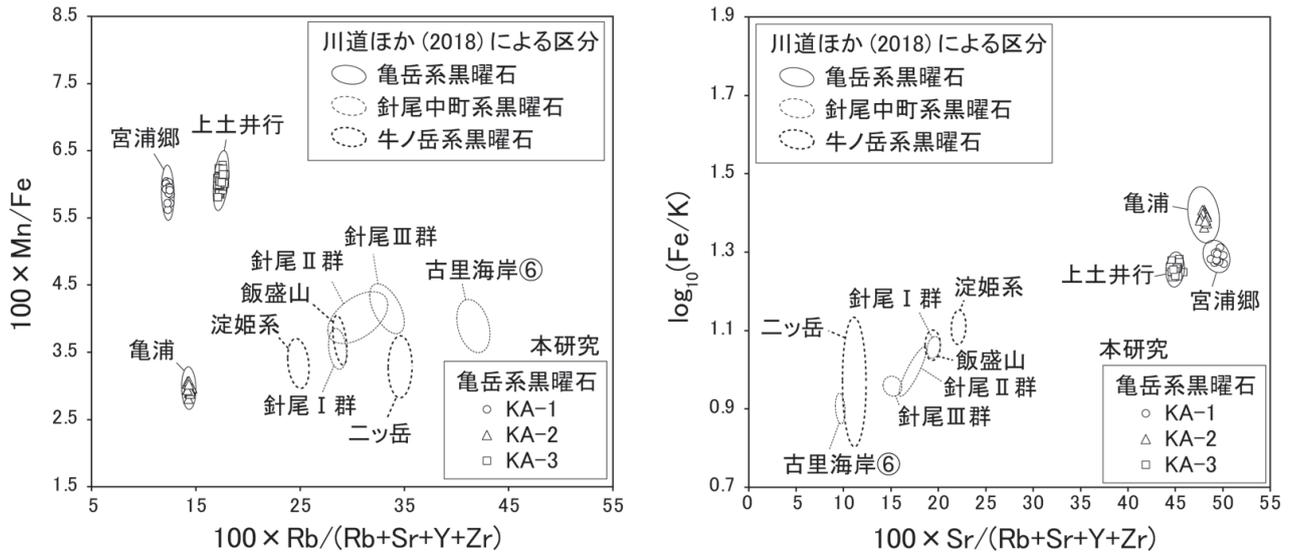


図11 EDXRF を用いた望月・池谷方式による黒曜石原産地の判別図
(横軸と縦軸の単位は特性 X 線 (K α 線) の積算強度 (カウント数) である.)

の散布図上に中山郷・上岳郷・穀光浦から採取した流紋岩類である亀浦流紋岩・上岳流紋岩・穀光浦流紋岩の全岩化学組成をプロットすると、それぞれの岩体が異なった群で表されることがわかる。さらに亀岳系黒曜石の KA-1~3 の化学組成をプロットすると、KA-2 は上岳流紋岩と、KA-3 は穀光浦流紋岩と化学組成の範囲が重なることがわかる。一方で KA-1 と亀浦流紋岩の範囲は一致していないが、ともに Y, Zr, Nb の含有量の高い領域にプロットされるという特徴を持つ。

流紋岩体と黒曜石の化学組成を JR-1 規格の微量元素パターンを用いて比較すると、KA-2 は上岳流紋岩のパターン (図9b) と、KA-3 は穀光浦流紋岩のパターン (図9c) と一致している。一方で KA-1 は明らかに上岳流紋岩や穀光浦流紋岩とは異なり、亀浦流紋岩に最も近いパターン (図9a) の形状を持っている。しかし Zr から Y までの含有量は、亀浦流紋岩よりも KA-1 の方が乏しい

傾向が見られる。以上のことから KA-2 は上岳流紋岩と、KA-3 は穀光浦流紋岩と同じ流紋岩質マグマから形成されたものであることが想定できる。一方で、KA-1 と亀浦流紋岩が同じ流紋岩質マグマ活動によって形成された可能性は残されているが、より広域的に亀浦流紋岩の試料を採取しながら全岩化学組成の分析値を増やし再検討する必要がある。

7. 先行研究による区分法との対応関係

WDXRF を用いた全岩化学組成分析により亀岳系黒曜石は KA-1~3 の 3 種に区分されることが示された (図6)。一方で、長崎県埋蔵文化財センターで運用されている EDXRF を用いた望月・池谷方式による黒曜石製

石器の原産地判別分析においても、亀岳系黒曜石は宮浦郷・亀浦・上土井行の 3 種に区分されている (川道ほか 2018)。両者の対応関係を明確にするために本研究で全岩化学組成分析を行なった全ての黒曜石について、長崎県埋蔵文化財センターの装置を用いて判別分析を行なった。手法は川道ほか

表1 本研究と先行研究による亀岳系黒曜石の区分と対応関係

本研究	川道ほか (2018) 判別区分名	亀井ほか (印刷中)	長岡ほか (2003)	分布 (図3を参照)	流紋岩体 (模式地)
*KA-1	宮浦郷	亀岳1	亀浦流紋岩A	上土井行・大串郷・宮ヶ崎海岸・鰐淵・宮浦郷・亀浦郷・明喜田	*亀浦流紋岩 (中山郷)
KA-2	亀浦	亀岳2	亀浦流紋岩B	上土井行・大串郷・鰐淵・上岳郷・明喜田	上岳流紋岩 (上岳郷)
KA-3	上土井行	なし	なし	上土井行・白崎・穀光浦	穀光浦流紋岩 (穀光浦)

*亀浦流紋岩 (中山郷) は、KA-1 と化学的特徴は類似するが微量元素パターン (図9b) の一部が一致していない。

表2 亀岳系黒曜石の石器利用が認められた長崎県内の遺跡 (川道2021: 表2に加筆)

No.	地域	遺跡	緯度(°N)	経度(°E)	KA-1	KA-2	KA-3	*B群	
1	雲仙市国見町	龍王遺跡	32.8689	130.2867	×	○	×	○	後期旧石器時代前半期後葉 AT降灰期 (30 ka; 奥野2019)
2	雲仙市国見町	栗山遺跡	32.8264	130.2889	△	×	○	○	
3	壱岐市石田町	原の辻遺跡	33.7585	129.7508	△	×	△	×	後期旧石器時代後半期前葉～後葉 AT降灰以降のナイフ型石器群 (29-20 ka)
4	雲仙市国見町	真正寺条里跡	32.8681	130.2916	○	×	○	×	
5	諫早市津久葉町	西輪久道遺跡	32.8264	130.0081	△	△	○	×	後期旧石器時代後半期終末 細石刃石器群 (20-16 ka)
6	大村市東野岳町	野岳遺跡	32.9786	129.9821	○	△	○	×	
7	諫早市津久葉町	鷹野遺跡	32.8247	130.0050	△	×	△	×	
8	五島市岐宿町	茶園遺跡	32.7408	128.7653	△	△	○	×	縄文時代草創期(16.0-11.5 ka)
9	佐世保市宇久町	城ヶ岳平子遺跡	33.2641	129.1069	×	×	△	×	
10	雲仙市瑞穂町	伊古遺跡	32.8658	130.2444	×	×	△	×	

石器群の中での出現頻度: ○20%以上, △ 20%未満, ×0%
*川道(2018)が示す未知の原産地の亀岳系黒曜石である亀岳B群を表す。遺跡の位置は図1aを参照。

(2017; 2018) に従う。この判別法は図11に示す特性 X 線の測定強度に基づいた2つの散布図上で行い、これらの判別図において亀岳系黒曜石の宮浦郷・亀浦・上土井行という3種は異なった判別楕円で示される。また亀岳系黒曜石は針尾中町系黒曜石や牛ノ岳系黒曜石(図1b)とは明らかに異なった判別楕円で示される。本研究では岩石切断機で平面加工し、#800のカーボランダムで磨いた面をEDXRFにより測定し、得られた強度を図11の判別図上にプロットした。すると本研究で分析を行なった亀岳系黒曜石はKA-1が宮浦郷、KA-2が亀浦、KA-3が上土井行の判別楕円に完全に一致することが示された。

8. まとめ

亀岳系黒曜石における本研究と先行研究による区分の対応を表1に示す。本研究による亀岳系黒曜石の3種の区分KA-1・KA-2・KA-3は、川道ほか(2018)による区分である宮浦郷・亀浦・上土井行にそれぞれ対応する。本研究によるKA-1とKA-2は、長岡ほか(2003)による亀浦流紋岩AとB、亀井ほか(印刷中)による亀岳1と2にそれぞれ対応する。なおKA-3に相当するものはこれらの先行研究において報告されていない。またKA-2が上岳流紋岩、KA-3が穀光浦流紋岩の流紋岩質マ

グマ活動に関連して生成したことが全岩化学組成から想定できたが、KA-1が亀浦流紋岩の活動に関連して生成したものであるかは今後さらなる検討作業が必要である。

亀岳系黒曜石KA-1~3の分布と産出頻度を図3に示す。KA-1は亀岳地域では亀浦流紋岩の分布と重なり鰐淵・明喜田・宮浦郷・亀浦郷に産する。その対岸地域では宮ヶ崎海岸・上土井行・大串郷に産し、宮ヶ崎海岸のものは全てKA-1に相当する。KA-2は亀岳地域では上岳郷・明喜田・鰐淵に産し、上岳流紋岩の模式地である上岳郷のものは全てKA-2に相当する。その対岸地域では上土井行や大串郷に産し、より上岳郷に近い大串郷の方がKA-2の頻度が卓越する。KA-3は亀岳地域では穀光浦流紋岩の模式地である穀光浦とその周辺の白崎郷にのみ分布し、これらの地域のもの全てKA-3に相当する。対岸地域では上土井行においてKA-1やKA-2とともに産する。このように亀岳地域では亀浦流紋岩、上岳流紋岩、穀光浦流紋岩の模式地周辺において、これらの流紋岩質マグマ活動と成因的に対応する亀岳系黒曜石が集中的に分布していることがうかがえる。また亀岳地域における3種の流紋岩質マグマの活動によって生成された黒曜石は山体崩壊、火砕流、土石流などにより最大7km程度離れた西北方向に運搬されることで、上土井行などの対岸地域で礫層中の礫として亀岳系黒曜石が産することになったと想定する。

川道 (2021) により示された長崎県内の後期旧石器から縄文時代にかけての遺跡から石器として出土した亀岳系黒曜石を表2にまとめる。亀岳系黒曜石の石器利用は最も古いもので約3万年前のAT降灰期(始良 Tn 火山灰; 奥野2019)のもので、これらは雲仙市の龍王遺跡や栗山遺跡(雲仙市教育委員会2008; 2017)で確認される(図1a)。縄文時代草創期に入ると亀岳系黒曜石の利用は原産地から半径50kmの範囲を超え、壱岐の原の辻(はるのつじ)遺跡(長崎県教育委員会 2015)、五島列島の茶園遺跡(長崎県岐宿町教育委員会 1998)や城ヶ岳遺跡(長崎県立美術博物館 1983)で確認される(図1a)。

KA-1からKA-3までの石器利用の頻度は全体的にKA-3に相当するものが多く次にKA-1である。KA-2も龍王遺跡で多く利用されていることがうかがえるがKA-1やKA-3に比べると量は少ない。またAT降灰期の龍王遺跡と栗山遺跡においてKA-1~3とは異なる未知の原産地の亀岳系黒曜石の石器群が確認され、これらは亀岳系B群と区別されている(川道2021)。KA-1~3の亀岳系黒曜石の石質に大きな違いはなく、蛍光X線分析装置などを用いた化学分析を行うことで初めて判別することが可能であるため、どのような理由でこれらの亀岳系黒曜石が選択的に石器石材として利用されていたのかは定かでない。いずれにせよ黒曜石製石器の原産地判別分析を行うための土台づくりとして針尾中町系黒曜石や牛ノ岳系黒曜石も含めた野外調査と全岩化学組成分析を駆使しながら、より広域的に流紋岩体との成因関係など西北九州における黒曜石原産地の様相をさらに明らかにしていく必要がある。

謝辞

本研究における野外調査は、長崎県教育委員会の片多雅樹、西海市教育委員会の新久保恒和、佐世保市教育委員会の川内野篤、柳田裕三、中原彰久、高橋央輝、雲仙市教育委員会の辻田直人と合同で実施した。新久保氏には西海市内で野外調査を行うにあたり地域住民の方々への連絡や周知を行なって頂いた。本研究は明治大学黒曜石研究センターとの連携研究「WDXによる黒曜石原産地試料の精密定量分析とEDXによる半定量分析(申請者:隅田祥光)」に基づいて実施した。またJSPS科研費22H00740(基盤B,代表:隅田祥光)、21H00599(基盤B,代表:池谷信之)の助成を受けて実施した。

註

- 1) 鰐渕一わにぶち, 明喜田一みょうきだ, 宮浦郷一みやうらごう, 白崎一しろさき, 上土井行一かみどいぎょう, 宮ヶ崎海岸一みやがさきかいがん, 上岳郷一かみだけごう, 穀光浦一こっこううら, 亀浦郷一かめうらごう, 大串郷一おおぐしごう
- 2) 国内の黒曜石研究においては、一般的にある黒曜石の産地を表す場合は○○産黒曜石などと呼ぶ。一方で、黒曜石の化学組成や石質の種類を表す場合は△△群や△△系と呼ばれることが多い。また△△にはその種の黒曜石の代表的な原産地の地名がつけられる。本研究では全岩化学組成に基づいた黒曜石の種類を区別する場合はKA-1やKA-2などの記号と番号を用いることにし、単に試料の採取場所や地域を表す場合は亀岳産黒曜石や上土井行産黒曜石などと呼ぶことにした。
- 3) 黒曜石の色合いは近江(2010: pp.194-201)に従い、一般的な赤・黄・緑などの色相名に淡い・明るい・暗いなどの明度や彩度の特徴をつけて表現する。色の名前は福田(2022: pp.241-269)の白・灰・黒に従う。
- 4) 黒曜石の断口の光沢度は高いものから高光沢(high gloss), 半光沢(semigloss), 無光沢(matte)と表す。
- 5) 本論で示す化学分析にはEDXRF分析法とWDXRF分析法がある。本論におけるEDXRF分析法による分析値は各元素の特性X線の強度であり黒曜石の化学組成の違いは2つ以上の元素の強度比から知ることができ、これを定性分析法とも言う。一方で本論におけるWDXRF分析法は全岩化学組成分析に利用する。この分析法では黒曜石に含まれる元素の濃度を数値として知ることができこれを定量分析法とも言う。一般的にWDXRF分析法の方がEDXRF分析法よりも正確な化学分析を実施することができるが、黒曜石製石器を非破壊で分析を行う場合はEDXRF分析法が一般的に用いられる。望月ほか(1994)によるEDXRFを用いた黒曜石製石器の原産地判別分析のことを望月・池谷方式と呼ぶことが本人らにより現在推奨されている。
- 6) 阪口・迎(1969)では別頭段丘礫層、長岡ほか(2003)では別当礫層と示されている。すなわち「べつとう」の使用漢字が両者で異なる。長崎県西海市西彼町小迎郷にはかつて上別頭と下別頭という地名が実在し、現在も別頭公民館が実在する。すなわち「別頭」の漢字を使用する方が望ましい。
- 7) 本論で示す黒曜石原産地の亀岳はしばしば「亀浦」と呼ばれることもあるが(長岡ほか2003)、これはこの地域の黒曜石が田島(1987)に示される亀浦流紋岩に由来するものと考えられてきたからであろう。本論では旧亀岳村という地域を示す語として「亀岳」という呼称を用いる。
- 8) 本論で示すレイクラウドプロット(図6)と箱ひげ図(図8)はDATAtab(<https://datatab.net/>)の有料版を利用して作成した。

引用文献

- 福田邦夫 2022『色の名前辞典』, 311p., 東京, 主婦の友社
- Imai, N., Terashima, S., Itoh, S. and Ando, A. 1995 1994 compilation values for GSJ reference samples, "Igneous rock series". *Geochemical Journal* 29 : 91-95.
- 長崎県岐宿町教育委員会 1998『岐宿町文化財調査報告書第3集 茶園遺跡』, 84p., 長崎
- 亀井淳志・飯岡尚子・隅田祥光・上本拓弥・三次琢巳・内藤貫太 印刷中「島根県隠岐, 長崎県壱岐, 朝鮮半島白頭山, および北部九州に分布する黒曜石の原産地推定に関する地球化学的研究」『地質学雑誌』
- 川道 寛 2017「黒曜石回廊西端の原産地研究事情」『旧石器時代の知恵と技術の考古学』, pp.296-305, 安蒜政雄先生古希記念論文集刊行委員会
- 川道 寛 2019「青い黒曜石のふるまい—西北九州における淀姫系黒曜石の需給関係—」『旧石器時代文化から縄文時代文化の潮流—研究の視点—』, 白石浩之編, pp.149-160, 東京, 六一書房
- 川道 寛 2021「下呂石に似ているといわれる黒曜石—九州・亀岳系黒曜石の獲得と消費—」『東海石器研究』11 : 63-72
- 川道 寛・隅田祥光・片多雅樹・辻田直人 2018「原産地判別プログラムを用いた黒曜石製石器の産地同定」『九州旧石器』22 : 123-132
- 川道 寛・片多雅樹・辻田直人 2017「長崎県における黒曜石原産地研究の進展—原の辻遺跡原ノ久保地区石器群の分析を通して—」『長崎県埋蔵文化財センター研究紀要』7 : 21-41
- 川道 寛・柳田裕三・片多雅樹 2020「佐世保市針尾島における新発見の黒曜石原産地」『九州旧石器』22 : 123-132
- 望月明彦・池谷信之・小林克次・武藤由里 1994「遺跡内における黒曜石製石器の原産地別分布について—沼津市土手上遺跡 BB V層の原産地推定から—」『静岡県考古学研究』26 : 1-24
- 長岡信治・篠塚 博・角縁 進・宇都宮 恵・田島俊彦 2003『小値賀町文化財調査報告書17: 長崎県五島列島野首遺跡における石器の石材と原産地の推定』, 101p., 長崎, 小値賀町教育委員会
- 長崎県立美術博物館 1983『城ヶ岳平子遺跡: 長崎県北松浦郡宇久町所在: 調査概報』, 34p., 長崎
- 長崎県教育委員会 2002「白崎遺跡」『長崎県埋蔵文化財調査年報9, 長崎県文化財報告書第164集』, pp.45, 長崎
- 長崎県教育委員会 2015『長崎県埋蔵文化財センター調査報告書第14集 原の辻遺跡』, 85p., 長崎
- 野田光雄・牟田邦彦 1957「長崎県西彼杵半島の地質構造」『九州大学教養学部地学研究報告』4 : 17-21
- Obata, H., Morimoto, I., and Kakubuchi, S. 2010 Obsidian trade between sources on northwestern Kyushu island and the Ryukyu Archipelago (Japan) during the Jomon Period. In *Crossing the Straits: Prehistoric Obsidian Source Exploitation in the North Pacific Rim* (BAR International Series 2152), edited by Y. V. Kuzmin and M. D. Glascock, pp. 57-71, Oxford (UK), Hadrian Books.
- 奥野 充 2019「最近10万年間の広域テフラと火山層序に関する年代研究」『地質学雑誌』125 : 41-53
- 近江源太郎 2000『色の名前』, 215p., 東京, 角川書店
- 阪口和則・迎 満康 1969「西彼杵半島北東部及び針尾島南西部の地質について」『南窓』15 : 6-12
- 坂本 桜・隅田祥光 2022『岩石薄片を用いた地学分野の教育実践と光硬化樹脂による迅速作製法』「長崎大学教育学部教育実践研究紀要」21 : 189-198
- 西彼町教育委員会 2005『西彼町文化財調査報告書第2集 膝行神貝塚』, 40p., 長崎
- 芝 康次郎 2018「先史時代における腰岳黒曜石原産地の開発と利用」『島根県古代文化センター研究論集』19 : 169-191
- 清水宗昭 1971「針尾島の黒曜石原石地群—附・亀岳の原石—」『速見考古』創刊号 : 2-5, 九州先史研究会
- 清水宗昭 1973「亀岳産黒曜石を主材とするナイフ形石器を中心として」『考古学論叢』1 : 27-33
- 下川達彌 1965「佐世保市東町淀姫発見の黒曜石産地」『若木考古』74 : 6, 国大考古学会報
- 隅田祥光・角縁 進 2019「長崎大学教育学部における岩石試料の教材化に向けた波長分散型蛍光 X 線分析装置を用いた定量分析の試料処理法」『長崎大学教育学部紀要』5 : 217-229
- 隅田祥光・池谷信之 2021「明治大学黒曜石研究センター設置の波長分散型蛍光 X 線分析装置による黒曜石の定量分析値の評価と定量分析」『資源環境と人類』11 : 1-23
- 隅田祥光・藤塚 礼 2022「長崎県川棚町大崎半島に産する有田流紋岩類中の黒曜石の産状と全岩化学組成」『資源環境と人類』12 : 21-36
- 杉原重夫編 2014『日本における黒曜石の産状と理化学的分析』明治大学文化財研究施設における黒曜石研究, 第2冊, 75p., 東京, 明治大学文学部
- 田島俊彦 1987「長崎県西彼杵半島北部～東彼杵地域における火山層序—とくに枕状溶岩とハイアロクラスタイトについて—」『地団研専報』33 : 53-70
- 田島俊彦・松本徂夫・林 正雄 1992「長崎市周辺に分布する火山岩類のフィッショントラック年代」『松本徂夫教授記念論文集』, 松本徂夫教授記念事業会編, pp.181-191, 山口
- 土志田 潔・秦野輝儀・阿部信太郎 2002「長崎・佐賀県有田—佐世保—川棚—大村地区と山口県見島の K-Ar 年代および火山の時空分布」地球惑星科学関連学会2002合同大会予稿集, G030-P008, 東京
- 雲仙市教育委員会 2008『雲仙市文化財調査報告書3 : 龍王遺跡3』, 145p., 長崎
- 雲仙市教育委員会 2017『雲仙市文化財調査報告書15 : 栗山遺跡・下栗山遺跡』, 169p., 長崎

付表1 亀岳系黒曜石と亀岳地域の流紋岩類に含まれる斜長石の化学組成

wt%	2869-1	2869-1	2869-1	2869-1	2869-1	2869-1	2869-1	2990-6	2990-6	2990-6	2990-6	2991-1	2991-1	2991-1
	KA-1	KA-3												
SiO ₂	59.42	58.86	57.20	56.94	57.89	59.10	60.34	60.17	60.85	59.68	59.70	59.35	59.06	58.60
TiO ₂	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.02	0.04	0.00	0.01
Al ₂ O ₃	25.29	25.03	25.88	25.79	25.38	24.78	23.77	24.34	24.31	24.51	24.70	24.43	24.37	24.91
FeO ^f	0.15	0.13	0.14	0.15	0.15	0.15	0.17	0.11	0.13	0.09	0.07	0.13	0.13	0.20
MnO	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.00	0.03	0.05	0.09	0.07
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	7.23	7.38	8.18	8.16	7.54	6.73	5.51	6.42	6.03	6.46	6.63	6.41	6.42	7.41
Na ₂ O	8.20	7.75	7.80	7.52	8.03	8.38	8.90	8.66	8.83	8.64	8.57	8.27	8.29	7.92
K ₂ O	0.31	0.29	0.22	0.25	0.25	0.34	0.37	0.32	0.33	0.34	0.32	0.54	0.52	0.42
P ₂ O ₅	0.02	0.03	0.02	0.00	0.02	0.01	0.04	0.02	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.02
	100.63	99.51	99.45	98.83	99.29	99.50	99.12	100.07	100.54	99.75	100.04	99.23	98.88	99.56
O=	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Si	2.647	2.649	2.588	2.591	2.618	2.660	2.716	2.689	2.703	2.677	2.671	2.677	2.675	2.642
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000
Al	1.327	1.328	1.380	1.383	1.353	1.315	1.261	1.282	1.273	1.296	1.302	1.299	1.301	1.324
Fe	0.006	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.007	0.004	0.005	0.004	0.003	0.005	0.005	0.008
Mn	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	0.002	0.003	0.003
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.345	0.356	0.397	0.398	0.366	0.324	0.266	0.307	0.287	0.311	0.318	0.310	0.311	0.358
Na	0.708	0.676	0.684	0.664	0.704	0.731	0.776	0.750	0.760	0.751	0.743	0.723	0.728	0.693
K	0.017	0.016	0.013	0.014	0.014	0.019	0.021	0.018	0.019	0.019	0.018	0.031	0.030	0.024
P	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001
An%	32.22	33.94	36.27	36.98	33.72	30.18	25.00	28.56	26.91	28.73	29.45	29.11	29.12	33.29
Ab%	66.16	64.49	62.58	61.70	64.95	68.02	72.99	69.75	71.33	69.49	68.87	67.96	68.09	64.44
Or%	1.62	1.57	1.15	1.32	1.33	1.80	2.01	1.69	1.77	1.78	1.68	2.93	2.79	2.27

wt%	2991-1	2996-1	2996-1	2996-1	3000-1	3000-1	3000-1	3002-1	3002-1	3002-1	3002-1	3002-1	3002-1
	KA-3	KA-2	KA-2	KA-2	上岳流紋岩	上岳流紋岩	上岳流紋岩	亀浦流紋岩	亀浦流紋岩	亀浦流紋岩	亀浦流紋岩	亀浦流紋岩	亀浦流紋岩
SiO ₂	60.05	59.58	59.24	58.62	57.84	57.15	57.73	58.42	57.09	57.68	58.26	57.94	57.60
TiO ₂	0.03	0.03	0.00	0.01	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	24.61	24.89	25.11	25.25	26.34	26.75	26.63	26.37	27.24	26.99	26.68	26.12	27.00
FeO ^f	0.13	0.17	0.17	0.20	0.14	0.09	0.17	0.10	0.16	0.13	0.11	0.15	0.14
MnO	0.07	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	6.40	7.03	7.11	7.55	8.43	8.90	8.77	9.06	9.88	9.38	9.03	8.82	9.33
Na ₂ O	8.15	8.11	8.21	8.10	6.67	6.44	6.40	6.18	5.78	6.05	6.02	6.36	5.80
K ₂ O	0.56	0.33	0.32	0.29	0.21	0.19	0.19	0.15	0.14	0.15	0.17	0.17	0.15
P ₂ O ₅	0.03	0.01	0.02	0.02	0.00	0.02	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
	100.02	100.14	100.20	100.07	99.63	99.59	99.91	100.30	100.32	100.40	100.30	99.58	100.03
O=	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Si	2.684	2.663	2.650	2.631	2.600	2.573	2.588	2.605	2.554	2.575	2.597	2.605	2.577
Ti	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Al	1.296	1.311	1.324	1.336	1.395	1.419	1.407	1.386	1.436	1.420	1.402	1.384	1.424
Fe	0.005	0.006	0.006	0.008	0.005	0.003	0.006	0.004	0.006	0.005	0.004	0.006	0.005
Mn	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.306	0.337	0.341	0.363	0.406	0.429	0.421	0.433	0.473	0.448	0.431	0.425	0.447
Na	0.706	0.703	0.712	0.705	0.581	0.562	0.556	0.534	0.502	0.524	0.520	0.554	0.503
K	0.032	0.019	0.018	0.017	0.012	0.011	0.011	0.009	0.008	0.009	0.009	0.010	0.008
P	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
An%	29.32	31.82	31.81	33.47	40.64	42.86	42.62	44.35	48.16	45.72	44.87	42.95	46.67
Ab%	67.63	66.40	66.48	64.99	58.16	56.07	56.27	54.76	51.01	53.39	54.15	56.06	52.45
Or%	3.05	1.78	1.71	1.54	1.20	1.08	1.11	0.89	0.83	0.89	0.98	0.99	0.88

付表2-1 亀岳系黒曜石と亀岳地域の流紋岩類の全岩化学組成

試料 番号	採取地点 (図3)	緯度 (°N)	経度 (°E)	種類 区分	SiO ₂ (wt%)	TiO ₂ (wt%)	Al ₂ O ₃ (wt%)	Fe ₂ O ₃ ^T (wt%)	MnO (wt%)	MgO (wt%)	CaO (wt%)	Na ₂ O (wt%)	K ₂ O (wt%)	P ₂ O ₅ (wt%)	Zn (ppm)	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Y (ppm)	Zr (ppm)	Nb (ppm)	Th (ppm)
2982-2	明喜田	32.99127	129.78069	KA-1	73.33	0.10	14.36	1.51	0.11	0.26	1.72	4.34	2.67	0.07	60.3	78.9	297	17.0	99.8	17.1	5.7
2982-4	明喜田	32.99127	129.78069	KA-1	73.09	0.10	14.30	1.50	0.11	0.26	1.70	4.28	2.66	0.07	61.6	78.8	295	17.0	99.5	16.1	6.2
3051-3	上土井行	33.03758	129.73186	KA-1	73.28	0.10	14.33	1.50	0.11	0.26	1.71	4.33	2.67	0.07	59.3	78.6	295	15.6	99.5	16.4	5.0
3053-1	上土井行	33.03777	129.73519	KA-1	73.33	0.10	14.34	1.51	0.11	0.25	1.71	4.32	2.67	0.07	59.8	77.9	296	16.4	99.0	16.6	5.5
3062A-4	大串郷	33.00588	129.73377	KA-1	73.17	0.10	14.30	1.50	0.11	0.26	1.70	4.37	2.66	0.07	61.1	78.9	296	15.6	98.6	16.6	5.1
3008-1	亀浦郷	32.99921	129.79910	KA-1	73.07	0.10	14.30	1.52	0.11	0.26	1.70	4.25	2.66	0.07	61.1	77.6	296	16.3	98.4	17.9	4.9
2981-1	宮浦郷	32.99908	129.78617	KA-1	73.40	0.10	14.37	1.51	0.11	0.26	1.71	4.31	2.67	0.07	62.2	79.9	296	16.0	98.3	16.9	5.2
2981-2	宮浦郷	32.99908	129.78617	KA-1	73.35	0.09	14.34	1.51	0.11	0.26	1.71	4.31	2.68	0.07	61.0	78.4	296	16.3	101	17.4	5.2
2981-3	宮浦郷	32.99908	129.78617	KA-1	73.06	0.10	14.26	1.50	0.11	0.26	1.70	4.30	2.65	0.07	60.3	78.0	297	16.1	97.3	16.1	5.1
2869-1	鰐淵	32.99305	129.77470	KA-1	73.33	0.10	14.33	1.51	0.11	0.25	1.71	4.29	2.66	0.07	61.2	78.4	296	16.3	100	16.8	5.0
2986-1	鰐淵	32.99474	129.77327	KA-1	73.42	0.10	14.24	1.51	0.11	0.26	1.72	4.30	2.66	0.07	61.2	79.4	298	16.7	101	17.2	5.6
2987-1	鰐淵	32.99317	129.77419	KA-1	73.35	0.10	14.36	1.51	0.11	0.26	1.71	4.29	2.66	0.07	61.0	78.4	296	16.3	100	16.7	5.6
3054A-1	宮ヶ崎海岸	33.03671	129.74580	KA-1	73.13	0.10	14.36	1.51	0.11	0.26	1.70	4.34	2.66	0.07	59.1	78.5	296	16.3	101	16.8	5.5
3054A-2	宮ヶ崎海岸	33.03671	129.74580	KA-1	73.23	0.10	14.42	1.51	0.11	0.25	1.71	4.34	2.66	0.07	59.1	78.4	296	16.8	98.4	17.1	6.3
3054A-3	宮ヶ崎海岸	33.03671	129.74580	KA-1	73.39	0.10	14.38	1.50	0.11	0.26	1.71	4.33	2.66	0.07	58.3	78.0	295	16.0	100	16.4	5.8
3054A-4	宮ヶ崎海岸	33.03671	129.74580	KA-1	73.15	0.10	14.37	1.51	0.11	0.26	1.70	4.33	2.67	0.07	58.6	78.6	295	15.1	98.3	16.3	5.4
3054B-1	宮ヶ崎海岸	33.03671	129.74580	KA-1	72.97	0.09	14.27	1.49	0.11	0.25	1.69	4.33	2.64	0.07	59.3	79.0	294	16.1	96.2	17.2	5.8
3054B-2	宮ヶ崎海岸	33.03671	129.74580	KA-1	73.34	0.10	14.31	1.50	0.11	0.26	1.71	4.38	2.66	0.07	60.1	79.7	295	16.4	99.9	16.5	6.4
2982-1	明喜田	32.99127	129.78069	KA-2	72.43	0.10	14.47	1.94	0.06	0.27	1.77	4.28	2.68	0.08	71.9	84.3	265	8.4	87.8	13.9	5.4
2982-3	明喜田	32.99127	129.78069	KA-2	72.65	0.09	14.54	1.94	0.06	0.26	1.77	4.26	2.69	0.08	70.9	84.8	265	8.0	87.6	13.3	5.4
2984-1	明喜田	32.99325	129.78412	KA-2	72.69	0.09	14.56	1.95	0.06	0.26	1.78	4.29	2.70	0.08	70.8	83.7	266	8.7	88.4	14.7	4.5
3049-1	上土井行	33.03886	129.73711	KA-2	72.57	0.10	14.61	1.94	0.06	0.26	1.78	4.28	2.70	0.08	69.8	85.3	264	8.0	88.2	13.8	5.0
3051-1	上土井行	33.03758	129.73186	KA-2	72.87	0.10	14.59	1.94	0.06	0.26	1.78	4.36	2.69	0.07	70.7	84.5	264	7.5	88.2	14.1	4.5
3051-2	上土井行	33.03758	129.73186	KA-2	72.57	0.09	14.54	1.93	0.06	0.26	1.78	4.33	2.68	0.08	70.1	85.0	267	7.7	88.0	13.3	5.8
3051-4	上土井行	33.03758	129.73186	KA-2	72.60	0.10	14.55	1.94	0.06	0.26	1.77	4.33	2.68	0.08	68.3	85.8	267	7.3	89.1	13.2	5.3
3052-1	上土井行	33.03717	129.73189	KA-2	72.64	0.10	14.55	1.95	0.06	0.25	1.78	4.32	2.69	0.08	68.2	84.4	264	7.8	87.0	14.4	5.9
3062A-1	大串郷	33.00588	129.73377	KA-2	72.30	0.10	14.53	1.93	0.06	0.26	1.77	4.33	2.68	0.08	68.5	84.2	264	8.5	87.0	12.9	5.8
3062A-2	大串郷	33.00588	129.73377	KA-2	72.62	0.09	14.53	1.94	0.06	0.26	1.77	4.32	2.69	0.08	68.9	83.9	265	7.7	87.1	14.1	5.5
3062A-3	大串郷	33.00588	129.73377	KA-2	72.89	0.10	14.61	1.94	0.06	0.26	1.78	4.35	2.69	0.08	70.2	84.3	265	8.3	89.1	13.5	5.5
3062A-5	大串郷	33.00588	129.73377	KA-2	72.37	0.09	14.49	1.94	0.06	0.26	1.77	4.31	2.68	0.08	70.4	84.5	266	9.4	88.2	13.3	4.4
3062A-6	大串郷	33.00588	129.73377	KA-2	72.66	0.10	14.62	1.94	0.06	0.27	1.78	4.30	2.69	0.08	70.0	84.8	265	7.4	88.7	13.3	5.8
3062A-7	大串郷	33.00588	129.73377	KA-2	72.38	0.09	14.52	1.94	0.06	0.26	1.78	4.33	2.68	0.08	70.8	84.7	264	8.5	87.5	14.3	5.3
2996-1	上岳郷	32.98382	129.78086	KA-2	72.91	0.10	14.61	1.95	0.06	0.27	1.77	4.32	2.70	0.08	70.4	84.4	267	8.3	88.2	14.4	5.3
2996-2	上岳郷	32.98382	129.78086	KA-2	72.76	0.10	14.57	1.96	0.06	0.26	1.78	4.25	2.69	0.08	69.8	84.7	268	8.7	90.5	13.7	4.9
2996-3	上岳郷	32.98382	129.78086	KA-2	72.78	0.10	14.57	1.95	0.06	0.26	1.78	4.32	2.69	0.08	70.8	87.2	267	7.7	89.3	14.3	7.8
2996-4	上岳郷	32.98382	129.78086	KA-2	72.52	0.10	14.52	1.95	0.06	0.26	1.77	4.31	2.69	0.08	70.1	83.6	265	8.4	88.3	13.2	4.6
2996-5	上岳郷	32.98382	129.78086	KA-2	72.73	0.10	14.59	1.95	0.06	0.26	1.78	4.27	2.69	0.08	70.5	84.9	268	7.6	88.9	14.7	5.6
2987-2	鰐淵	32.99317	129.77419	KA-2	72.64	0.10	14.53	1.94	0.06	0.26	1.77	4.27	2.68	0.08	70.0	86.5	266	8.1	88.4	12.6	5.8
3049-2	上土井行	33.03886	129.73711	KA-3	73.59	0.07	14.24	1.46	0.11	0.23	1.49	4.29	2.88	0.06	64.6	90.7	216	18.6	64.4	17.6	2.3
3049-3	上土井行	33.03886	129.73711	KA-3	73.48	0.07	14.13	1.45	0.11	0.23	1.50	4.29	2.87	0.06	64.3	92.1	215	17.8	63.2	17.9	5.2

付表2-2 亀岳系黒曜石と亀岳地域の流紋岩類の全岩化学組成

試料 番号	採取地点 (図3)	緯度 (°N)	経度 (°E)	種類 区分	SiO ₂ (wt%)	TiO ₂ (wt%)	Al ₂ O ₃ (wt%)	Fe ₂ O ₃ ^T (wt%)	MnO (wt%)	MgO (wt%)	CaO (wt%)	Na ₂ O (wt%)	K ₂ O (wt%)	P ₂ O ₅ (wt%)	Zn (ppm)	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Y (ppm)	Zr (ppm)	Nb (ppm)	Th (ppm)
3050-1	上土井行	33.03859	129.73749	KA-3	73.63	0.08	14.16	1.46	0.11	0.23	1.50	4.32	2.88	0.06	63.9	90.6	216	18.2	64.1	18.2	3.0
3050-2	上土井行	33.03859	129.73749	KA-3	73.54	0.07	14.24	1.46	0.11	0.24	1.49	4.29	2.87	0.07	64.3	90.9	215	19.0	63.9	17.2	3.7
3050-3	上土井行	33.03859	129.73749	KA-3	73.35	0.07	14.15	1.44	0.11	0.23	1.49	4.28	2.86	0.06	63.4	90.0	215	18.7	63.7	17.2	3.9
3050-4	上土井行	33.03859	129.73749	KA-3	73.55	0.07	14.14	1.45	0.11	0.24	1.50	4.33	2.88	0.07	63.3	90.3	215	18.2	65.1	17.1	4.0
2990-1	穀光浦	33.01319	129.77034	KA-3	73.89	0.08	14.31	1.49	0.11	0.24	1.53	4.26	2.88	0.07	63.0	91.6	220	18.6	66.7	17.6	3.7
2990-2	穀光浦	33.01319	129.77034	KA-3	73.60	0.08	14.29	1.48	0.11	0.24	1.52	4.26	2.87	0.07	63.9	90.6	219	17.9	65.5	16.7	4.1
2990-3	穀光浦	33.01319	129.77034	KA-3	73.47	0.08	14.18	1.46	0.11	0.24	1.51	4.23	2.87	0.07	64.6	91.4	218	18.1	65.5	17.1	3.2
2990-4	穀光浦	33.01319	129.77034	KA-3	73.49	0.07	14.13	1.47	0.11	0.24	1.51	4.25	2.86	0.07	63.4	91.0	218	18.1	65.8	18.6	3.8
2990-5	穀光浦	33.01319	129.77034	KA-3	73.75	0.08	14.23	1.48	0.11	0.24	1.52	4.22	2.87	0.07	64.7	90.1	219	18.9	65.9	18.3	3.3
2990-6	穀光浦	33.01319	129.77034	KA-3	73.44	0.08	14.19	1.47	0.11	0.25	1.52	4.27	2.86	0.07	63.9	91.3	218	18.0	66.0	18.6	3.3
2990-7	穀光浦	33.01319	129.77034	KA-3	73.17	0.07	14.10	1.47	0.11	0.24	1.49	4.23	2.86	0.07	63.0	90.5	217	18.8	64.1	18.8	3.5
2990-8	穀光浦	33.01319	129.77034	KA-3	73.58	0.08	14.20	1.49	0.11	0.24	1.51	4.24	2.87	0.07	65.0	90.6	219	18.1	65.8	17.5	4.0
2990-9	穀光浦	33.01319	129.77034	KA-3	73.40	0.07	14.17	1.47	0.11	0.24	1.49	4.22	2.87	0.07	64.4	91.1	217	18.5	65.2	16.7	3.2
2992-1	穀光浦	33.01317	129.77227	KA-3	73.61	0.07	14.07	1.43	0.11	0.23	1.48	4.24	2.88	0.06	63.5	92.9	212	17.7	62.1	17.3	2.9
2992-2	穀光浦	33.01317	129.77227	KA-3	73.63	0.07	14.23	1.47	0.11	0.25	1.52	4.29	2.86	0.07	63.3	92.3	218	18.2	65.7	18.0	4.0
2993-1	穀光浦	33.01410	129.76996	KA-3	73.69	0.07	14.14	1.45	0.11	0.24	1.50	4.27	2.87	0.07	64.5	91.4	216	17.9	64.9	18.4	3.8
2993-2	穀光浦	33.01410	129.76996	KA-3	73.64	0.08	14.16	1.46	0.11	0.24	1.50	4.27	2.89	0.07	64.4	92.2	216	18.3	63.6	18.0	4.0
2993-3	穀光浦	33.01410	129.76996	KA-3	73.62	0.07	14.17	1.47	0.11	0.24	1.50	4.28	2.88	0.07	64.7	91.2	216	18.4	64.2	18.3	4.1
2979-1	白崎	33.02063	129.76540	KA-3	73.93	0.07	14.27	1.47	0.11	0.24	1.50	4.27	2.89	0.07	65.5	91.6	216	17.7	65.2	18.1	4.1
2980A-3	白崎	33.01974	129.75988	KA-3	73.41	0.08	14.22	1.46	0.11	0.24	1.51	4.28	2.86	0.07	64.5	91.6	217	17.0	65.2	18.0	3.7
2980A-4	白崎	33.01974	129.75988	KA-3	73.25	0.08	14.19	1.47	0.11	0.24	1.50	4.28	2.86	0.06	64.3	91.2	217	17.9	64.0	18.1	4.2
2980A-5	白崎	33.01974	129.75988	KA-3	73.43	0.08	14.21	1.48	0.11	0.24	1.51	4.30	2.85	0.07	64.5	90.0	217	17.4	64.7	17.1	3.5
2980B-1	白崎	33.01974	129.75988	KA-3	73.41	0.07	14.17	1.47	0.11	0.24	1.51	4.26	2.86	0.07	64.2	92.1	217	18.0	65.9	18.6	3.9
2980B-2	白崎	33.01974	129.75988	KA-3	73.67	0.08	14.18	1.47	0.11	0.24	1.50	4.25	2.87	0.07	64.9	90.1	217	18.6	64.1	18.1	3.6
2980B-3	白崎	33.01974	129.75988	KA-3	73.50	0.08	14.18	1.48	0.11	0.25	1.53	4.28	2.85	0.07	65.7	89.7	221	18.4	66.8	17.0	3.3
2980B-4	白崎	33.01974	129.75988	KA-3	73.72	0.08	14.18	1.47	0.11	0.24	1.51	4.33	2.88	0.07	63.9	91.5	217	17.9	65.2	17.7	3.0
2980B-5	白崎	33.01974	129.75988	KA-3	73.37	0.07	14.06	1.43	0.11	0.23	1.48	4.27	2.86	0.06	62.9	91.0	215	19.1	63.0	17.7	3.7
2988-1	白崎	33.01848	129.76346	KA-3	73.30	0.07	14.19	1.44	0.11	0.24	1.50	4.20	2.87	0.06	62.7	90.7	216	17.7	64.3	17.8	3.4
2988-2	白崎	33.01848	129.76346	KA-3	73.64	0.07	14.18	1.46	0.11	0.24	1.50	4.27	2.88	0.07	63.6	90.7	217	18.3	64.3	18.8	3.6
2988-3	白崎	33.01848	129.76346	KA-3	73.75	0.07	14.20	1.46	0.11	0.24	1.50	4.24	2.87	0.07	63.3	90.5	216	17.9	64.7	18.2	3.2
3002-1	中山郷	32.99188	129.79500	亀浦流紋 岩	70.77	0.14	16.22	1.89	0.04	0.18	1.29	3.37	2.66	0.09	72.3	81.4	239	37.1	133	18.9	8.2
3003-1	中山郷	32.99333	129.79382	亀浦流紋 岩	71.05	0.14	15.97	1.91	0.04	0.23	1.08	3.02	2.77	0.07	60.1	86.0	214	21.2	138	19.4	7.7
3004-1	中山郷	32.99301	129.79387	亀浦流紋 岩	71.13	0.14	15.60	1.99	0.03	0.20	1.45	3.65	2.64	0.08	57.5	78.9	255	27.1	141	19.2	8.2
2997-1	上岳郷	32.98505	129.78035	上岳流紋 岩	70.78	0.11	16.53	1.61	0.02	0.12	0.80	2.68	2.48	0.07	66.1	64.8	120	8.7	92.0	13.9	8.5
2998-1	上岳郷	32.98528	129.78004	上岳流紋 岩	70.29	0.11	17.18	1.09	0.01	0.10	0.66	2.41	2.30	0.07	77.3	71.1	102	4.0	97.4	15.0	9.3
2999-1	上岳郷	32.98530	129.77940	上岳流紋 岩	73.52	0.10	15.23	0.64	0.02	0.07	1.35	3.68	2.73	0.07	33.0	81.9	197	7.0	81.3	14.1	8.0
3000-1	上岳郷	32.98498	129.77946	上岳流紋 岩	73.58	0.10	14.57	0.84	0.02	0.08	1.73	4.10	2.72	0.07	48.4	84.0	257	7.7	78.8	13.6	7.3
2991-1	穀光浦	33.01322	129.77352	穀光浦流 紋岩	73.47	0.08	14.49	0.81	0.10	0.22	1.27	3.83	2.85	0.06	47.6	87.8	195	17.3	67.9	18.0	6.0
2991-2	穀光浦	33.01322	129.77352	穀光浦流 紋岩	74.38	0.08	14.30	0.57	0.05	0.15	1.32	3.95	2.94	0.07	19.2	94.5	198	16.7	67.9	18.3	6.1
2991-3	穀光浦	33.01322	129.77352	穀光浦流 紋岩	73.49	0.08	14.93	0.74	0.04	0.23	1.12	3.46	2.86	0.06	32.9	89.7	178	16.3	69.7	18.6	5.8

Identification of rhyolitic magma activities related to the formation of Kamedake obsidian in Saikai City, northwestern Kyushu, Japan

Yoshimitsu Suda^{1*}, Hiroshi Kawamichi^{2*}, Ayano Nakamura¹,
Sakura Sakamoto¹, Tomoki Iwasa³, Susumu Kakubuchi⁴

Abstract

Several small- to medium-scale obsidian sources are located in northwestern Kyushu. Though the Koshidake source is known as the largest obsidian source in this region, Kawamichi (2017; 2021) emphasized the archaeological importance of these small- to medium-scale obsidian sources for understanding changes in human behavior related to the acquisition of obsidian as lithic raw materials during Late Palaeolithic to the Early Jomon period. Furthermore, he pointed out that the geological understanding, especially the petrogenetic relation with the rhyolitic rocks, is still insufficient to perform the provenance analysis of obsidian artifacts in this region. Therefore, we focused on one of the medium-scale obsidian sources, named Kamedake obsidian, in Saikai City, Nagasaki Prefecture, and conducted field surveys and the quantitative analysis using a wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometer. The results indicate that the Kamedake obsidian is classified into KA-1, KA-2, and KA-3 based on their chemical compositions. In addition, the rhyolite in the area distributed Kamedake obsidian can also be classified into three types: Kameura rhyolite, Kamidake rhyolite, and Kukouura rhyolite. The distribution and chemical compositions infer that the KA-1, KA-2, and KA-3 genetically correspond with Kameura, Kamidake, and Kokkoura rhyolites. Moreover, the results of provenance analysis using the EDXRF by the Mochizuki-Ikeya method at the Nagasaki Prefectural Archaeological Center infer that the KA-1, KA-2, and KA-3 correspond with Miyaurago, Kameura, and Kamidoigo classified by Kawamichi et al. (2018).

Keywords : Northwestern Kyushu, Obsidian source, Whole-rock composition, Kamedake obsidian, Rhyolite

(Received 18 December 2022 / Accepted 17 January 2023)

1 Faculty of Education, Nagasaki University, 1-14 Bunkyo-machi, Nagasaki 852-8521, Japan
2 Board of Education, Saikai City, 2222 Setokashinourago, Oseto-cho, Saikai City, Nagasaki 857-2392, Japan
3 Nagasaki Prefectural Archaeological Center, 515-1 Fukae-Tsurukifure, Ashibe-Cho, Iki City, Nagasaki 811-5322, Japan
4 Faculty of Education, Saga University, 1 Honjo, Saga City, Saga 840-8502, Japan
* Corresponding author: Yoshimitsu Suda (geosuda@nagasaki-u.ac.jp)