長野県大町市、鹿島川流域に埋没する黒曜岩礫の岩石学的研究

奥山貴未*北沢俊幸*下岡順直*川野良信*

キーワード:長野県,鹿島川,黒曜岩,全岩化学分析,鉱物化学分析

I. はじめに

日本列島には石器時代の道具として活用されていた黒 曜岩が多く出土し、関東および中部地方でも恩馳島・神 津島、伊豆-箱根周辺、和田峠周辺、高原山などの黒曜 岩原産地が知られている(堤, 2004;池谷, 2005).特 に長野県中央部の霧ヶ峰地域には多くの黒曜岩が露出し ており, 文化人類学的研究や地質学的研究が進められ, 研究成果が蓄積されてきた(和田村教育委員会. 1996; 小野, 2011;橋詰, 2018;島田, 2018). 特に, 近年は 大型分析機器を活用し、黒曜岩産地推定を試みる研究が 進められ、黒曜岩の化学的データの蓄積が続けられて いる(隅田・土屋, 2015;土屋・隅田, 2018; Suda et al., 2018;隅田·及川, 2019).隅田·土屋 (2015) は、 霧ヶ峰地域から産出した黒曜岩の化学分析を行い、それ らの化学的特徴に基づき原産地解析を行っている.また, 土屋・隅田(2018)は、小県郡長和町の広原遺跡から出 土した黒曜岩製石器について詳細な原産地の踏査と定量 分析値に基づき原産地を判別している。さらに、隅田・ 及川(2019)は、これまでに蓄積してきた霧ヶ峰地域の 原産地に関わる成果をまとめ、黒曜岩と遺跡の分布状況 の関連性について総括している.このように長野県霧ヶ 峰地域原産の黒曜岩については詳細な岩石化学的研究が 行われており、黒曜岩石器の産地同定が可能となってい る.

今回,著者の一人が長野県池田町において畑に敷かれ た礫の一部に黒曜岩が使用されていることを見出し,産 出地について聞き取り調査を行ったところ,県北部の大 町市を流れる鹿島川の左岸側より掘り出された礫である ことが判明した.地元の採石業者によれば,この礫は鹿 島川の河川堆積物を十数メートルまで掘削したピットで 掘り出された未固結の河川堆積物とのことであった.こ のピットはすでに埋め戻されているため地層断面を観察 することはできず,礫が産出した深度は不明である.現 在の鹿島川の河床と,1.5kmほど南で合流する高瀬川の 河床では,同様の礫は観察されなかった.また礫の供給 源である岩石の露頭は確認できていない.礫は河川堆積 物ではあるものの,長野県北部地域から黒曜岩の産出は 報告されていないため,この黒曜岩の岩石学的記載や化 学分析を行うことは,今後の黒曜岩原産地推定や考古学 的検討を進める上で極めて重要である.

本研究では,長野県池田町の畑から採取された4つの 黒曜岩について,肉眼・鏡下観察,全岩主成分・微量成 分・希土類成分分析,構成鉱物の化学分析を行い,それ らの岩石化学的な特徴について考察を行う.

Ⅱ. 地質概略

黒曜岩礫が埋没していると推定される大町市鹿島川周 辺の地質概略図(加藤ほか,1989)を第1図に示す.本 地域の北部には白亜紀木崎流紋岩,北部及び西部には古 第三紀有明花崗岩がそれぞれ露出しており,日向山周縁 に更新世の高位段丘堆積物,さらにその周辺に完新世の 古期扇状地堆積物,鹿島川流域に新期扇状地堆積物が分 布し,高瀬川下流域に沖積層が広がっている(加藤ほか, 1989).

調査地域北西域に分布する木崎流紋岩は,流紋岩質の 火砕流堆積物で溶結構造によって特徴付けられる(石沢, 1982).後述する有明花崗岩に捕獲岩体あるいはルーフ ペンダントとして取り込まれており,有明花崗岩による 熱変成作用を被っている(加藤ほか, 1989).

有明花崗岩は,桃色斑状粗粒を呈する角閃石含有黒雲 母花崗岩であり、クロット状に集合した有色鉱物を含み, 弱い面構造を示す場合がある(加藤ほか,1989).本岩 に含まれる黒雲母のK-Ar年代は、50.2~52.6Maで,新 第三紀始新世の活動を示している(加藤ほか,1989).

高位段丘堆積物は篭川と鹿島川に挟まれた地域に発達 し,標高850~900mに発達する第1段丘面と標高830~ 880mに発達する第2段丘面に分けられ,共に更新世中 期末~後期初頭にかけて形成されたものと推定されてい



第1図 長野県大町市鹿島川流域の地質概略図(加藤ほか, 1989を一部改変)

る (平林, 1984).

古期扇状地堆積物は篭川,高瀬川および鹿島川による 側方および下方浸食によって,高位段丘周辺部に扇状地 性の段丘として発達している(加藤ほか,1989).高瀬 川右岸では広い平面を形成し,現河床面と比高2~3m をなす段丘を形成している(平林,1971;1984).鹿島 川扇状地では20~30cmの黒土の下に淘汰の悪い砂礫堆 積物が分布する(加藤ほか,1989).

新期扇状地堆積物は,先新第三紀の花崗岩,チャート, 頁岩,砂岩および新第三紀の砂岩,砂質泥岩,デイサイト,凝灰岩の円礫から構成される(加藤ほか,1989).

沖積層は,砂礫,粘土からなり,篭川や鹿島川下流域 に広く分布している.

Ⅲ. 肉眼および鏡下観察

採取された4試料は、便宜上最も小さい試料を黒曜岩 Aとして、大きくなるにつれB、Cとし、最も大きな試 料を黒曜岩Dとする.また、肉眼観察によって、黒色で 透明感のある無斑晶ガラス質を呈する黒曜岩Aと、白色 鉱物の斑晶が目立つ濃黒色ガラス質である黒曜岩B~D に二分した(第2図).以下、前者を無斑晶タイプ、後 者を斑晶質タイプとして説明する.

1. 無斑晶タイプ(黒曜岩A)

岩石は,透明感を有する黒色ガラス質で,直径2.5cm の楕円形をなす(第2図A).部分的に尖っている箇所 が認められる.光沢のある貝殻状断口を示し,試料の薄 部は灰白色から虹色を呈する.試料は全体的に新鮮であ るが,微細な空隙が密集する部分は赤褐色に変色してい ることもある. 鏡下観察では、全体的に清涼なガラスを主体とし、ア ルカリ長石や不透明鉱物を含んでいる(第3図A1, A2).清涼なガラスは新鮮で変質は認められない、アル カリ長石は、長柱状を呈し、長辺が0.04mm程の自形結 晶である。不透明鉱物は直径0.01mm以下の粒状を呈し ている。また、清涼なガラスには、0.04mm以下の微細 なアルカリ長石の配列による濃淡模様が認められる(第 3図A2).

2. 斑晶質タイプ(黒曜岩B, C, D)

黒曜岩Bは長径4.0cm,短径3.0cmほどのいびつな形状を呈し,黒曜岩CとDは長径8.0cm,短径6.0cmの拳小の大きさを示す(第2図B,C,D).いずれも,濃 黒色を呈する部分と赤褐色を呈する部分から構成され, 部分的に白色から灰白色を呈する短柱状の長石が含まれている.また,これらの黒曜岩は砂岩や泥岩などの微小な異質岩片を含んでいる.以下に黒曜岩B,C,Dについてそれぞれ鏡下観察の結果を述べる.

黒曜岩Bは汚濁したガラスと清涼なガラス、斜長石か らなり(第3図B1, B2),単斜輝石やカンラン石を伴っ ている.また,泥岩,軽石,アルカリ長石,石英などの 岩片や鉱物片を含有している.汚濁ガラスは微細な斜長 石と不透明鉱物が含まれており,清涼ガラスの間を脈状 に埋めている.汚濁ガラスに含まれる斜長石は、自形か ら半自形を呈する長辺1.0mmほどの卓状で,アルバイト 式集片双晶や累帯構造が顕著に発達する.破壊されてい る場合が多く,鋭利な角が多く残っている.汚濁ガラス 中の単斜輝石は、自形を呈する短柱状で、長辺が最大 0.07mmに達する.また,汚濁ガラスには直径0.3~0.5mm ほどの軽石,アルカリ長石,石英が含まれ,1.5mmに達 する泥岩の岩片も認められた.



第2図 黒曜岩試料の写真 A:黒曜岩A;B:黒曜岩B;C:黒曜岩C D:黒曜岩D. 各写真のスケールバーの長さは2cm.

清涼なガラスに含まれる斜長石は,長辺が0.1mmほど の自形を呈し,拍子木状に産する.アルバイト式集片 双晶を示すものが多い.単斜輝石は半自形,短柱状で, 0.05mm以下である.ごく希に直径0.05mm以下の半自形, 短柱状のカンラン石が含まれている.

黒曜岩Cは汚濁ガラス、清涼ガラス、斜長石を主体と して(第3図C1, C2),単斜輝石やカンラン石,普通角 閃石を含んでいる、また、泥岩、砂岩、アルカリ長石、 石英などの岩片や鉱物片も認められる. 汚濁ガラスは微 細な斜長石と不透明鉱物を含んでおり、清涼ガラス境界 は明瞭である(第3図C1, C2).汚濁ガラスに含まれる 斜長石は、長辺が0.1mmほどで、自形、卓状を呈し、ア ルバイト式集片双晶が発達する.また、0.01mm以下の 針状結晶が無数に含まれている。汚濁ガラスに含まれて いる単斜輝石は、0.5mmほどの短柱状を呈する自形結晶 で,双晶が発達している.カンラン石は、自形を呈する 0.07mmほどの短柱状で、イディングス化が進んでいる。 角閃石はごくわずかで、薄茶~濃緑色の多色性を呈す る自形結晶である. 長辺が0.02mmほどの柱状に産する. 岩片としては2.5mmの泥岩や砂岩, 1.0mmほどのアルカ リ長石や石英が認められた.石英には波動消光が認めら れる.

清涼ガラスに含まれる斜長石は長辺が0.1mmほどの拍 子木状を呈する自形結晶で,アルバイト式集片双晶が顕 著に認められる.単斜輝石は0.05mmほどの短柱状,カ ンラン石は0.07mmほどの短柱状で,それぞれ半自形と して産する.

黒曜岩Dは主として汚濁ガラスと清涼ガラスおよび斜 長石から構成され(第3図D1, D2),少量の単斜輝石 やカンラン石を含んでいる.また,泥岩,砂岩,アルカ



第3図 黒曜岩試料の偏光顕微鏡写真

A1:黒曜岩Aのオープンニコル;A2:黒曜岩Aのクロ スニコル;B1:黒曜岩Bのオープンニコル;B2:黒曜 岩Bのクロスニコル;C1:黒曜岩Cのオープンニコル; C2:黒曜岩Cのクロスニコル;D1:黒曜岩Dのオープ ンニコル;D2:黒曜岩Dのクロスニコル.

リ長石,石英などの岩片や鉱物片も認められる.汚濁ガ ラスは微細な斜長石と不透明鉱物が含まれており,清涼 ガラスの間を埋めている.汚濁ガラスに含まれる斜長石 は、自形から半自形を呈する長辺1.0~0.5mmほどの卓 状で,アルバイト式集片双晶や累帯構造が発達している. 汚濁ガラス中の単斜輝石は,自形を呈する短柱状で,長 辺が最大0.5mmに達する.双晶を呈する場合が多い.カ ンラン石は直径1.0mmほどの自形結晶が含まれている が、イディングス化が著しい.また、汚濁ガラスには直 径3.0mmほどの泥岩,1.0mmほどの砂岩やアルカリ長石, 石英が含まれており,いずれも楕円形を呈している.

清涼なガラスに含まれる斜長石は、長辺が0.8mmほど の自形・拍子木状に産する.累帯構造やアルバイト式集 片双晶を示すものが多い.長辺が0.1mmほどの拍子木状 のものも多く認められる.単斜輝石やカンラン石は共に 半自形、短柱状で、0.05mmほどである.

Ⅳ. 鉱物化学分析

各試料について薄片を作成し,鏡面研磨を施した後に, カーボン蒸着を施した.これらの試料について,立正大 学地球環境科学部環境システム学科に設置されている日 立ハイテク社製走査型電子顕微鏡(S-3400N)とOxford Instruments社製エネルギー分散型X線分析装置(x-act、 分析ソフト:INCA)(SEM-EDS)を用いて,カンラン 石,輝石,斜長石,アルカリ長石,火山ガラスについて それぞれ3~6点の分析を行った.分析方法は小暮ほか (2014)に基づくが,測定条件は加速電圧15kV,照射電 流0.3nA,測定時間60秒に変更して測定した.なお,全 ての分析値は無水100%に再計算を施している.分析し た対象物は,黒曜岩Aではアルカリ長石と火山ガラス, 黒曜岩Bでは単斜輝石,カンラン石,斜長石,火山ガラ ス,黒曜岩Cでは単斜輝石,斜長石,カンラン石,火山 ガラス,捕獲アルカリ長石,黒曜岩Dでは単斜輝石,斜 長石,カンラン石,火山ガラス,捕獲アルカリ長石で あった.なお,火山ガラスは汚濁部分と清涼部分を分け, カンラン石,単斜輝石,斜長石も清涼ガラスと汚濁ガラ スに含まれているものに分けて分析した.代表的な鉱物 および火山ガラスの測定結果を第1~5表に示す.

斑晶質タイプ(黒曜岩B, C, D)に含まれるカンラ ン石の分析結果を第4図に示す.黒曜岩Bには汚濁ガラ ス中にカンラン石を認められなかったため,清涼ガラス に含まれるもののみ分析した(第1表).黒曜岩Bに含 まれるカンラン石は分析点が少ないものの,いずれも鉄 に富んでおり,ファヤライト(Fa)成分が89.5~90%を 示すものが多い.黒曜岩Cに含まれるカンラン石は清涼 ガラス中のものも汚濁ガラス中のものもファヤライト成 分が89.5~90%をもつものが多い.ただし,清涼ガラス に含まれるカンラン石の方が広い組成幅を有し,汚濁ガ



	黒曜岩B	黒曜岩C		黒曜	岩D
	清涼ガラス	清涼ガラス	汚濁ガラス	清涼ガラス	汚濁ガラス
SiO ₂ (wt%)	27.32	26.72	26.74	26.91	32.49
FeO	65.18	65.90	64.69	64.88	60.06
MnO	3.30	3.53	4.17	3.76	3.66
MgO	4.20	3.86	4.38	4.44	3.79
Total	100.00	100.00	99.99	100.00	100.00
Si	0.925	0.911	0.909	0.913	1.049
Fe	1.844	1.879	1.839	1.841	1.620
Mn	0.094	0.102	0.120	0.108	0.100
Mg	0.212	0.196	0.222	0.225	0.182
Total	3.075	3.089	3.091	3.087	2.951
mg value	0.099	0.090	0.102	0.103	0.096
Fo	10.3	9.5	10.8	10.9	10.1
Fa	89.7	89.5	89.2	89.1	89.9

第1表 代表的なカンラン石の化学組成

全鉄をFeOとして表示している. Fo, フォルステライト成分; Fa, ファヤライト成分.

ラス中のものはやや狭い組成を示している. 黒曜岩Dに 含まれるカンラン石は汚濁ガラス中のものが清涼ガラス 中のものよりもSiO₂に富む特徴が認められる.また,後 者は前者に比してややファヤライト成分に富む傾向があ る.前者はファヤライト成分が89.5~90%にピークがあ り,後者は89~89.5%にピークをもっている.カンラン 石は黒曜岩CよりもDに多く含まれており,大きさも後 者に含まれているものの方が僅かに大きい.今回分析し たカンラン石はいずれもファヤライト成分が87%を越え, フェロホルトノライトに分類される.

斑晶質タイプ(黒曜岩B, C, D)に含まれる単斜輝 石は,清涼ガラスと汚濁ガラスの両方に含まれるので, 各試料で両者を分けて示す(第2表).また,第5図に 斑晶質タイプに含まれる単斜輝石の化学組成を図示した. 黒曜岩Bに含まれる単斜輝石をみると汚濁ガラス中に含 まれる輝石よりも清涼ガラスに含まれる輝石がわずかに フェロシライト(Fs)成分に富んでいることがわかる. 一方,黒曜岩Dの輝石は汚濁ガラスに含まれるものが清 涼ガラスに含まれているものよりエンスタタイト(En) 成分に若干富んでいる.黒曜岩Cに含まれる輝石は汚濁 ガラス中のものの領域が広く,清涼ガラス中の輝石の組 成はその領域の中に含まれている.それぞれの黒曜岩を 比較した場合,黒曜岩Bの単斜輝石が最もヘデンバー ジャイト(Hd)成分に富み,黒曜岩BとDに含まれる単



第5図 黒曜岩B, C, Dに含まれる単斜輝石の化学組成 Di:ディオプサイド;Hd:ヘデンバージャイト En:エンスタタイト;Fs:フェロシライト

	黒曜岩B		黒曜	岩C	黒曜岩D	
	清涼ガラス	汚濁ガラス	清涼ガラス	汚濁ガラス	清涼ガラス	汚濁ガラス
SiO ₂ (wt%)	39.05	40.52	40.63	40.63	40.18	40.50
TiO_2	0.46	0.44	n.d.	0.31	n.d.	n.d.
Al_2O_3	1.33	1.41	0.84	0.69	0.85	0.95
FeO	29.32	29.66	27.42	27.28	27.94	27.50
MnO	1.47	1.10	1.62	1.57	1.42	1.74
MgO	3.41	3.40	5.78	5.43	5.17	5.49
CaO	24.97	22.97	23.31	23.61	23.93	23.37
Na ₂ O	n.d.	0.51	0.41	0.48	0.51	0.46
Total	100.01	100.01	100.00	100.00	100.00	100.01
Si	1.689	1.736	1.729	1.730	1.719	1.726
Ti	0.015	0.014		0.010		
Al	0.068	0.071	0.042	0.035	0.043	0.048
Fe	1.060	1.062	0.976	0.971	0.999	0.979
Mn	0.054	0.040	0.058	0.056	0.051	0.063
Mg	0.220	0.217	0.367	0.344	0.330	0.349
Са	1.157	1.054	1.062	1.077	1.096	1.067
Na		0.043	0.034	0.040	0.042	0.038
Total	4.262	4.236	4.267	4.262	4.281	4.269
mg value	0.165	0.164	0.262	0.251	0.239	0.251
Fs	43.5	45.5	40.6	40.6	41.2	40.9
En	9.0	9.3	15.3	14.4	13.6	14.6
Wo	47.5	45.2	44.2	45.0	45.2	44.5

第2表 代表的な単斜輝石の化学組成

全鉄をFeOとして表示している. n.d., 検出不能; Fs, フェロシライト成分; En, エンスタタイト成分; Wo, ウォラ ストライト成分. 斜輝石は同程度のヘデンバージャイト成分を有する.ただし,黒曜岩Cに含まれる単斜輝石は最もエンスタタイト成分に富む特徴を示している.このように斑晶質タイプに含まれる単斜輝石は鉄普通輝石の特徴を有している.

斑晶質タイプ(黒曜岩B, C, D)に含まれる斜長 石も清涼ガラスと汚濁ガラスの両方に含まれているの で,試料毎に両者を分けて表示し(第3表),斜長石の 化学組成を第6図に示す.斑晶質タイプに含まれる斜長 石はいずれも類似した組成を有している.黒曜岩Bの汚 濁ガラスに含まれる斜長石はアルバイト(Ab)成分が 65~75%の範囲を示すが,清涼ガラス中のそれはアルバ イト成分が45~75%を示し、アノーサイト(An)成分



第6図 黒曜岩B, C, Dに含まれる斜長石の化学組成 An:アノーサイト;Ab:アルバイト Or:オルソクレース

に富む特徴がある. 同様の特徴は黒曜岩Dにも認められ る. すなわち, 汚濁ガラス中の斜長石はアルバイト成分 が62~79%と相対的に狭い組成幅を有しているが, 清涼 ガラス中のそれは45~70%の広いアルバイト成分を示し ている. 黒曜岩Cでは, 汚濁ガラス中の斜長石は黒曜岩 BやDとほぼ同じ組成範囲を示すが, 清涼ガラス中の斜 長石は55~75%のとやや狭いアルバイト成分を示してい る. 斑晶質タイプの黒曜岩に含まれる斜長石はいずれも アルバイト成分に富むほどオルソクレース (Or) 成分 に富む傾向が認められる.

なお、図には示していないが、黒曜岩Aに含まれるア ルカリ長石のオルソクレース成分は58~65%を示し、黒 曜岩CやDに含まれる捕獲アルカリ長石よりも明らかに オルソクレース成分に乏しい特徴が認められる(第4 表).また、黒曜岩CやDに含まれる捕獲アルカリ長石 にはアノーサイト成分を検出できなかったが、黒曜岩A に含まれるアルカリ長石にはアノーサイト成分が1.4~ 3.4%含まれている.

黒曜岩A~Dの火山ガラスの組成を第5表および第7 図に示す.図には比較のために隅田・及川(2019)の分 析値と後述する各黒曜岩の全岩化学組成も示した.ここ ではSEM-EDSによって求められた火山ガラスの組成に ついてのみ述べる.無斑晶タイプの黒曜岩Aは汚濁ガラ スを含んでいないため,清涼ガラスの値しか示していな いが,斑晶質タイプ(黒曜岩B, C, D)と比較して

	黒曜岩B		黒曜	岩C	黒曜岩D	
	清涼ガラス	汚濁ガラス	清涼ガラス	汚濁ガラス	清涼ガラス	汚濁ガラス
SiO ₂ (wt%)	58.68	58.55	58.16	58.19	58.90	58.64
Al_2O_3	24.29	24.38	24.43	24.80	24.20	24.67
CaO	6.92	6.90	6.23	6.99	6.37	6.69
Na_2O	8.47	8.63	9.66	8.70	8.90	8.31
K_2O	1.64	1.55	1.52	1.32	1.62	1.70
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si	2.653	2.648	2.636	2.631	2.662	2.648
Al	1.294	1.299	1.305	1.321	1.288	1.312
Са	0.335	0.334	0.302	0.338	0.308	0.324
Na	0.742	0.756	0.849	0.762	0.779	0.727
К	0.095	0.089	0.088	0.076	0.093	0.098
Total	5.118	5.126	5.180	5.128	5.131	5.109
An	28.6	28.3	24.4	28.8	26.1	28.2
Ab	63.3	64.1	68.5	64.8	66.0	63.3
Or	8.1	7.6	7.1	6.5	7.9	8.5

第3表 代表的な斜長石の化学組成

An, アノーサイト成分; Ab, アルバイト成分; Or, オルソクレース成分.

16

	黒曜岩A	清涼ガラス	黒曜岩C	汚濁ガラス	黒曜岩D	汚濁ガラス
-	本質結晶		捕獲			 雙結晶
SiO ₂ (wt%)	58.21	61.37	54.88	55.77	55.07	56.73
Al_2O_3	20.12	18.75	18.51	18.76	18.41	18.88
CaO	0.99	0.37	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Na_2O	5.03	6.01	0.74	1.79	0.81	2.36
K_2O	15.64	13.50	25.87	23.68	25.71	22.03
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si	2.774	2.876	2.750	2.762	2.756	2.782
Al	1.129	1.035	1.092	1.095	1.085	1.091
Са	0.051	0.019				
Na	0.465	0.546	0.072	0.172	0.079	0.224
К	0.950	0.807	1.653	1.496	1.641	1.377
Total	5.369	5.283	5.567	5.524	5.561	5.474
An	3.4	1.4				
Ab	31.7	39.8	4.2	10.3	4.6	14.0
Or	64.9	58.8	95.8	89.7	95.4	86.0

第4表 代表的なアルカリ長石の化学組成

n.d., 検出不能; An, アノーサイト成分; Ab, アルバイト成分; Or, オルソクレース成分.





第7図 火山ガラスおよび黒曜岩の化学組成 大きなシンボルは黒曜岩A~Dの全岩化学分析値.

	黒曜岩A 黒曜岩B		黒曜	岩C	黒曜岩D		
	清涼ガラス	清涼ガラス	汚濁ガラス	清涼ガラス	汚濁ガラス	清涼ガラス	汚濁ガラス
$SiO_2 (wt\%)$	71.47	71.08	71.45	71.31	71.29	71.16	71.02
Al_2O_3	14.14	13.98	13.79	14.07	13.85	14.49	13.88
$\mathrm{Fe}_{2}\mathrm{O}_{3}$	0.96	1.33	2.03	2.13	1.73	2.17	2.20
CaO	0.84	1.08	1.26	1.09	1.33	1.10	1.11
Na ₂ O	4.20	3.55	3.49	3.49	4.84	2.87	3.87
K_2O	8.38	8.98	7.97	7.90	6.96	8.20	7.92
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

第5表 代表的な火山ガラスの化学組成

全鉄をFe₂O₃として表示している.

Fe₂O₃およびCaOに乏しい特徴が認められる. 黒曜岩 B の汚濁ガラスと清涼ガラスを比較すると両者ともFe₂O₃ が0.8~2.8wt%の範囲を示し, Al₂O₃, CaO, Na₂O, K₂O の組成範囲は重複している. 黒曜岩Cの汚濁ガラスと清 涼ガラスはともにFe₂O₃が1.3~2.6wt%の範囲を示すが, 前者はややAl₂O₃に乏しく, Na₂Oに富む傾向が認められ る. CaOとK₂Oは 組成幅が重複している. 黒曜岩 Dの 汚濁ガラスと清涼ガラスは最もFe₂O₃組成幅が広く, 0.6 ~3.2wt%を示している. Al₂O₃, CaO, K₂Oでは両者に 大きな差は認められないが, Na₂Oでは汚濁ガラスがや や富む傾向を示している.

V. 全岩化学分析

1. 分析方法および試料作成方法

採取された4試料について、全岩化学主成分・微量成 分および希土類成分分析を実施した。岩石は、岩石カッ ターで切り出した後,鉄乳鉢で粗く粉砕し,新鮮な部分 をピンセットで集めてメノウ製のボールミルで細粉化を 行い,最終的にメノウ乳鉢で極粉化した.その後,粉末 試料は900℃で1時間以上の強熱処理を行い、融剤(四 ホウ酸リチウム)と希釈率1:2で混合し、ガラスビー ドを作成した. 主成分・微量成分分析は、川野(2010) に基づき立正大学地球環境科学部環境システム学科設 置の蛍光X線分析装置(XRF;リガク社製ZSX Primus Ⅱ)を用いて行った.ただし、分析条件を改善し、理論 マトリックス補正計算はde Jonghモデルを用い, Loss on ignition (L.O.I.) を含む補正計算(山田, 2010) を 施した. 測定した元素は, Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, Pの主成分と, Ba, Cu, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, V, Y, Zr にCo, Ga, Th, Znを加えた微量成分の 合計24元素である. 希土類成分分析は立正大学地球環 境科学部環境システム学科設置のレーザーアブレーショ

マー社製NexION2000)を用いて行った.分析手法は川 野・清水(2017)に準じ、XRFで求めたYを内標準元 素として元素の補正を行った.測定した希土類成分は LaからLuまでのランタノイド14元素である.また,LA-ICP-MSにおける分析値の正確さを確認するために,産 業総合研究所が提供している地質標準試料JB-1aの分析 を行っている.

ン誘導結合質量分析装置(LA-ICP-MS;パーキンエル

2. 分析結果

XRFによって求められた分析結果を第6表に、各元 素の挙動を第7図および第8図に示す.なお、第7図 にはSEM-EDSによって求められた火山ガラスの組成を、 第7図と第8図には隅田・及川(2019)によって報告さ れている長野県霧ヶ峰地域の黒曜岩の全岩化学分析値 をそれぞれ示した. 無斑晶タイプ(黒曜岩A)は他の 黒曜岩3試料に比してFe₂O₃, Al₂O₃, CaO, K₂Oに乏し い特徴が認められる. 斑晶質タイプは酷似した組成を示 すが、黒曜岩Bが最もFe₂O₃に富み、黒曜岩CがFe₂O₃ に乏しい傾向がある.霧ヶ峰地域の黒曜岩と比較した場 合. 無斑晶タイプの黒曜岩Aが最も類似した組成を示す が、それでもわずかにFe₂O₃に富んでいる。斑晶質タイ プは霧ヶ峰地域の黒曜岩よりも1.5wt%ほどFe₂O₃に富み、 Al₂O₃やCaOにも富み差が認められる.一方,K₂Oは霧ヶ 峰地域の黒曜岩とほぼ同程度の値を示している. 黒曜岩 と含まれる火山ガラスの組成を比較すると、無斑晶タイ プでは火山ガラスよりも全岩の値がFe₂O₃に富み、Al₂O₃、 CaO, K₂Oに乏しい傾向を示している. Na₂Oには明瞭 な差は認められない. 斑晶質タイプは含んでいる火山ガ ラスの組成とほぼ重複するものの、Fe₂O₃に富む側にプ ロットされる.ただし、K2Oに関してはいずれの黒曜岩 も火山ガラスより3~4wt%ほど低い値を示している.

微量成分の変化傾向を示した第8図をみると、霧ヶ峰

	黒曜岩A	黒曜岩B	黒曜岩C	黒曜岩D
SiO ₂ (wt%)	76.12	73.58	74.01	73.62
TiO_2	0.10	0.14	0.13	0.14
Al_2O_3	12.76	14.15	13.81	13.69
$\mathrm{Fe}_{2}\mathrm{O}_{3}$	1.32	2.38	2.26	2.51
MnO	0.08	0.06	0.07	0.06
MgO	0.10	0.11	0.09	0.11
CaO	0.49	1.22	1.12	1.22
Na ₂ O	3.83	4.11	4.04	4.06
K ₂ O	4.69	4.14	4.27	4.29
P_2O_5	0.02	0.02	0.02	0.02
Total	99.49	99.91	99.81	99.71
Ba (ppm)	321	741	722	699
Co	1.2	1.5	2.2	2.1
Cu	15.4	12.8	12.7	14.0
Ga	14.6	17.8	17.2	16.8
Nb	7.8	10.3	9.6	9.9
Ni	2.3	1.2	1.3	1.6
Pb	17.8	20.6	20.7	20.3
Rb	135	140	139	135
Sr	45	123	109	116
Th	10.6	13	12.4	12.6
V	13.0	13.5	15.3	9.2
Y	25	33	33	33
Zn	26	63	60	61
Zr	78	252	236	244

第6表 蛍光X線分析法による主成分および微量成分組成

全鉄をFe₂O₃として表示している.



地域の黒曜岩は、冷山・麦草峠および星ヶ塔・星ヶ台・ 東侯の2地域に産する試料を除けば、Rbの増加と共に、 Srは急激に、Zrは緩やかに減少する特徴が見られ、Y やNbは直線的な増加が認められる.本研究で取り扱っ た黒曜岩は極めて狭い範囲のRb含有量を有し、霧ヶ峰 地域の星ヶ塔・星ヶ台・東俣に産する黒曜岩付近の組成 を示している.無斑晶タイプ(黒曜岩A)は霧ヶ峰地域 の黒曜岩のうち冷山・麦草峠のものと酷似した組成を示 している.また斑晶質タイプは互いに酷似した微量成分 組成を示し、霧ヶ峰地域の黒曜岩よりも明瞭にZrに富 む特徴が認められる.Srは霧ヶ峰地域の黒曜岩のうち冷 山・麦草峠産黒曜岩とほぼ同程度の含有量を示している. YやNbは星ヶ塔・星ヶ台・東俣産黒曜岩よりもやや富 む領域にプロットされる.

LA-ICP-MS法によって求められた希土類成分組成を 第7表に,希土類元素パターンを第9図に示す.第7表 には同時に測定したJB-1aの値とその推奨値も掲載して いる.JB-1aの測定値と推奨値を比較するとLa,Ce,Pr などの軽希土類で測定値がやや低く,NdからLuまでは 推奨値と同じかやや高くなる傾向が認められる(第7 表).ただし,Prで差がやや大きくなるものの,他の希 土類成分は概ね推奨値の値とほぼ同じである.第9図に は比較のために佐藤ほか(2001)による霧ヶ峰地域の和 田峠黒曜岩のデータも示した.図に明らかなように,無 斑晶タイプ(黒曜岩A)は斑晶質タイプ(黒曜岩B,C, D)と比較して全体的に希土類元素に乏しい傾向が認め られ,顕著なEuの負異常を有する.斑晶質タイプは互 いに類似したパターンを示すが,Gdに若干の組成差が 認められる.いずれの黒曜岩も軽希土類元素は右下がり の緩やかなパターンを,重希土類は平坦なパターンを有 している.斑晶質タイプの黒曜岩は和田峠黒曜岩よりも 同程度の軽希土類パターンを示すが,小さいEuの負異 常と乏しい重希土類パターンを有している.



	黒曜岩A	黒曜岩B	黒曜岩C	黒曜岩D	JB-1a	JB-1a 推奨値
La (ppm)	12.66	27.23	23.47	26.90	35.17	37.60
Ce	31.28	50.90	45.67	51.00	56.47	65.90
Pr	3.69	5.87	5.61	5.77	5.99	7.30
Nd	16.41	26.40	27.99	26.20	26.28	26.00
Sm	4.06	5.72	6.31	5.77	5.40	5.07
Eu	0.55	1.02	1.09	0.97	1.57	1.46
Gd	4.21	6.30	8.55	6.23	5.69	4.67
Tb	0.63	0.86	0.97	0.86	0.69	0.69
Dy	4.21	5.83	6.38	5.83	4.72	3.99
Но	0.84	1.18	1.29	1.18	0.83	0.71
Er	2.54	3.56	3.95	3.59	2.46	2.18
Tm	0.39	0.54	0.61	0.55	0.34	0.33
Yb	2.84	3.90	4.51	4.00	2.40	2.10
Lu	0.41	0.59	0.64	0.60	0.34	0.33

第7表 LA-ICP-MS分析法による希土類成分組成

JB-1aの推奨値はImai et al. (1994)から引用.

Ⅵ. 考察

1. 黒曜岩の岩石化学的特徴

斑晶質タイプの黒曜岩Bは、清涼ガラス部に汚濁した ガラスが浸潤している様子が確認でき(第3図B1,B2), 清涼ガラスが形成された後に汚濁ガラスのマグマが貫入 してきたと推定される.また,斑晶質タイプ(黒曜岩B, C,D)にはフェロホルトノライトや鉄普通輝石が含ま れており,汚濁ガラスと清涼ガラスに含まれるこれらの 鉱物間には顕著な組成差は認められない(第4,5図). このことは,汚濁ガラスと清涼ガラスを生じたマグマが 同じものであったことを暗示している.ただし,斑晶質 タイプの黒曜岩では,清涼ガラス中の斜長石は汚濁ガラ スに含まれる斜長石よりもアノーサイト成分に富んでい ることから(第6図),汚濁ガラスの起源マグマの方が 清涼ガラスの起源マグマよりも分化が進行していたこと を示唆している.

主成分組成において、斑晶質タイプ(黒曜岩B, C, D)の全岩と構成する火山ガラスは、Fe₂O₃やK₂Oを除 いて大きな組成差は認められない(第7図). Fe₂O₃が全 岩組成で多くなっている理由は、前述のフェロホルトノ ライトや鉄普通輝石を含んだ粉末試料で全岩分析が行わ れたためであろう.一方、K₂Oが全岩組成で少なくなっ ている理由は、変質に依る溶脱が進んだ為と推定される. 無斑晶タイプ黒曜岩Aの全岩組成と構成する火山ガラス の組成差は斑晶質タイプよりも明瞭である。全岩組成が Fe₂O₃に富む理由は、微細な不透明鉱物を多く含んでい るためと考えられる.ただし、全岩組成の方が火山ガラ スよりもAl₂O₃, CaO, K₂Oに乏しいことから(第7図), 局所的に火山ガラスが不均質であった可能性も考えられ る。また、本研究の黒曜岩は、霧ヶ峰地域の黒曜岩(隅 田・及川、2019) よりもFe₂O₃に富み、斑晶質タイプは Al₂O₃やCaOにも明らかに富むことから霧ヶ峰地域の黒 曜岩とは異なる起源をもつと推定される.

第8図をみると、本研究で取り扱った無斑晶タイプ黒 曜岩Aは霧ヶ峰地域星ヶ塔・星ヶ台・東俣産黒曜岩(隅 田・及川,2019)と同じ領域にプロットされ、起源マグ マの類似性が認められる。一方、斑晶質タイプ黒曜岩は 霧ヶ峰地域の黒曜岩(隅田・及川,2019)に比してRb に乏しく、Zrに富み、冷山・麦草峠産の黒曜岩と同程 度のSr、Y、Nb含有量を示している。すなわち、斑晶 質タイプの黒曜岩は、霧ヶ峰地域の黒曜岩とは異なる起 源を有するマグマから発生したと推定され、主成分組成 から推定された結果と調和的である。

さらに、希土類元素パターン(第9図)をみると、斑 品質タイプは

軽希土類のパターンが

霧ヶ峰地域の

和田 峠産黒曜岩(佐藤ほか, 2001)と類似するものの, Eu の負異常や重希土類のパターンが異なっており、無斑 晶タイプ(黒曜岩A)はEuの負異常パターンは類似す るが、軽希土類・重希土類のパターンに違いが認めら れる. 一般的に希土類元素パターンは分化と共に変化 するが、和田峠産黒曜岩のSiO2は76.32~77.67wt%(隅 田・及川, 2019) で、本黒曜岩の斑晶質タイプ (SiO₂: 73.58~74.01wt%) よりもやや富んでおり、無斑晶タイ プ (SiO₂:76.12wt%) とほぼ同じである. よって,本 黒曜岩と和田峠産黒曜岩との希土類元素パターンの違い を分化の違いで説明することは困難である. つまり, 主 成分や微量成分組成から推定されたように、本黒曜岩は 霧ヶ峰地域産の黒曜岩とは異なる起源を有すると結論づ けられる.

2. 黒曜岩の起源

今回分析した黒曜岩のうち斑晶質タイプ(黒曜岩B, C, D) にはフェロホルトノライトや鉄普通輝石が含 まれており、アイスランダイトと似た岩石学的特徴を 示している、そこで、国内におけるアイスランダイトと の比較を通して、本黒曜岩の帰属について検討を行う. Shimazu and Takano (1977) はグリーンタフ地域に属 す新潟県の津川および福島県の只見地域から、鉄普通輝 石や鉄ヘデン輝石,変質したカンラン石を含む真珠岩溶 岩をみいだし、他地域に産するアイスランダイトとの比 較を行っている.また、周藤・八島(1985)は茨城県大 子町に産するホルトノライトを含む安山岩について検討 し、アイスランダイト様の特徴を有することを指摘し た.一方,高橋ほか(1995)は上記の真珠岩や安山岩を 含め、東北地方に分布する中新世アイスランダイトの成 因について言及しており、前期中新世に発生したマント ルプリュームの上昇による急激な日本海拡大と日本列島 の移動が、高温でH₂Oに乏しいアイスランダイト質マグ マの生成に寄与したと推定している. そこで、高橋ほか (1995)のSiO₂-FeO*/MgO図に関東北東部のアイスラン ダイト様火山岩と本黒曜岩をプロットし、比較を行った (第10図). 今回分析した黒曜岩はいずれもソレアイト岩 系に属していることが明らかであり、茂木アイスラン ダイトや男体山アイスランダイトよりも、SiO2やFeO*/ MgO比が大きな領域にプロットされる. すなわち, 岩 石のSiO₂に比して、極めて高いFeO*/MgO比を有すると いう特徴が認められる.



第10図 SiO₂-FeO*/MgO図

茂木・大子地域およびアイスランダイトのデータは高橋 ほか(1995)から引用. CA:カルクアルカリ岩系列, TH:ソレアイト岩系列. CAとTHの境界線はMiyashiro (1974)から引用.

本研究で用いた黒曜岩は、長野県大町市の鹿島川流域 に堆積していた礫層から採取されたと考えられる.大町 市は日本海側に位置し(第1図),鹿島川が北から流下 していることを考え合わせれば、黒曜岩の供給源はさら に北部にあると推定される.これら黒曜岩の礫は第四紀 扇状地堆積物であることから、黒曜岩マグマの活動時代 は第四紀以前,すなわち,新第三紀に遡る可能性がある. もし,日本海拡大が起きた前期中新世に活動したもので あれば,高橋ほか(1995)が指摘しているようにマント ルプリューム上昇に起因したアイスランダイト質マグマ を起源としているのかもしれない.

3. 黒曜岩の文化人類学的意義

今回分析した黒曜岩は転礫の自然石であり石器ではな いため、本論のデータから過去人類の行動様式を論じる ことはできない.しかし、中央高地において黒曜岩原産 地と知られているのは霧ヶ峰高原から八ヶ岳一帯であり (大竹,2014)、長野県北部においてこれまで黒曜岩の原 産地は知られていない.今回発見した黒曜岩の転礫が埋 没していると推定される大町市鹿島川周辺では、木崎湖 畔に位置する木崎小丸山遺跡(木崎夏期大学遺跡)にお いて、縄文前期後半〜中期後半とされる黒曜岩製剥片が 出土しており、理化学的分析結果から、西霧ヶ峰系が主 体であるとされている(島田・杉原;2011).今回の黒 曜岩の検出は、これまで原産地不明とされていた石器石 材の産地を解明する一端となる可能性がある.

後期旧石器時代では、神津島の黒曜岩を獲得するた めに航海術が使われたことが推定されている(池谷, 2005). 縄文時代になると、星糞峠の鷹山遺跡群では黒 曜岩を採掘した痕跡が見つかっており(長門町立黒耀石 体験ミュージアム,2004),縄文人は黒曜岩の鉱床を探 り当てていた可能性がある.このように先史時代人は、 道具の材料となる黒曜岩を求めて、活動領域を広げてき た、もしくは交易を行っていた可能性もある.黒曜岩資 源の獲得は、最終氷期最寒冷期と併行する後期旧石器時 代以降、先史時代を通して先史時代人にとって道具を作 る材料として大切な要素であり、文化人類学研究におい ては人間活動を知る上で重要な「もの」である.

黒曜岩原産地はこれまでにも数多く発見されているも のの,知られていない未知の黒曜岩原産地がまだ存在す る可能性は否定できない.また,在地系の比較的小規模 な原産地が存在してもよいだろう.今回,黒曜岩原産地 を発見して分析し,データを公表することができた.こ のように原産地を一つでも多く見つけて分析値を公表す ることにより,文化人類学研究における黒曜岩原産地推 定をより緻密で確実にしていくことが,過去人類の行動 戦略を紐解く手助けになると考えられる.

Ⅶ. まとめ

長野県大町市鹿島川周辺から掘り出されたとされる黒 曜岩の転礫, 4 試料について, 岩石学的・化学的検討を 行い、それらの特徴を明らかにした、肉眼および鏡下 観察の結果から、試料を無斑晶質と斑晶質の2つのタ イプに区分した. 斑晶質タイプの黒曜岩(B.C.D) は、清涼な火山ガラスと汚濁した火山ガラスから構成さ れ、フェロホルトノライトや鉄普通輝石を特徴的に含有 している. また. 既報の霧ヶ峰地域の黒曜岩と化学組成 を比較した結果、主成分・微量成分・希土類成分におい て差が認められ、異なる起源を有すると結論づけられる. 本黒曜岩の起源としては、関東北東部に分布するアイス ランダイト質マグマと同様のメカニズムが推定されるが. 活動年代が明らかではないため、推測の域を出ない. 一 方, 文化人類学的視点からみれば, 今回の黒曜岩の検出 がこれまで原産地不明とされていた石器石材の産地を解 明する可能性があり、過去人類の社会活動を知る上で貴 重なデータを蓄積できたものと思われる.

謝辞

本研究を進めるに当たり,化学分析において立正大学 地球環境科学部環境システム学科のエネルギー分散型X 線分析装置付き走査型電子顕微鏡(SEM-EDS),蛍光X 線分析装置(XRF)およびレーザーアブレーション誘 導結合質量分析装置(LA-ICP-MS)を用いた.これら の機器の導入および保守・管理に関しては環境システム 学科関係者各位に日頃よりご協力いただいている.福市 潮氏ならびに株式会社大信相互には岩石試料の提供およ び産地に関する情報をいただいた.長崎大学教育学部の 隅田祥光准教授には原稿をお読みいただき,建設的なご 意見を賜った.以上の方々に厚くお礼申し上げる.なお, 本研究は令和元年度に実施した地圏環境学アドバンスト 科目の成果をまとめたものである.

引用文献

- 橋詰 潤(2018)広原遺跡群第 I 遺跡における黒曜石をめぐ る人類の行動. 資源環境と人類, 8, 53-66.
- 平林照雄(1971)北安曇誌,第1巻自然,第1編地形地質. 北安曇誌編纂委員会, p.25-247.
- 平林照雄(1984)大町市の地形地質.大町市史,第1巻第1 編, p.3-332.
- 池谷信之(2005)黒潮を渡った黒曜石 見高段間遺跡.シ リーズ「遺跡を学ぶ」,新泉社,東京,93p.
- Imai, N., Terashima, S., Itoh, A. and Ando, A. (1995) 1994 complication of analytical data for minor and trace elements in seventeen GSJ geochemical reference samples, "Igneous rock series". Geostandards Newsletter, 19, 135-213.
- 石沢一吉(1982)北アルプス鹿島槍ヶ岳―烏帽子岳付近の火 成岩類の地質.地質学雑誌, 88, 215-230.
- 加藤碩一・佐藤岱生・三村弘二・滝沢文教(1989)大町地域 の地質.地域地質研究報告(5万分の1地質図幅),地質 調査所,111p.
- 川野良信(2010) 蛍光X線分析装置による珪酸塩岩石および 堆積物の定量化学分析.地球環境研究,12,85-97.
- 川野良信・清水隆一(2017)レーザーアブレーションICP-MS分析法によるガラスビード試料定量分析条件の再検討. 地球環境研究, 19, 11-19.
- 小暮岳実・清水隆一・川野良信(2014) SEM-EDSによる火 山ガラスの定量分析と問題点.地球環境研究, 16, 9-19.
- Miyashiro, A. (1974) Volcanic Rock Series in Island Arcs and Active Continental Margins. American Journal of Science, 274, 321-355.
- 長門町立黒耀石体験ミュージアム(2004)黒耀石の原産地を

探る 鷹山遺跡群,シリーズ「遺跡を学ぶ」別冊,新泉社, 東京,94p.

- 大竹幸恵(2014)星糞峠をめぐる黒曜石資源の開発と流通. 月刊考古学ジャーナル 黒曜石原産地遺跡の様相, 659, 21-25.
- 小野 昭(2011) 資源環境の中の黒曜石一方法論上の展望一. 資源環境と人類, 1, 1-8.
- 佐藤比奈子・石山大三・水田敏夫・緒方武幸(2001)レー ザー気化誘導結合プラズマ質量分析法による鉱物及び岩石 試料中の微量成分の微小領域分析.秋田大学工学資源学部 研究報告,22,17-23.
- 島田和高(2018)中部高地における後期旧石器時代前半期の 黒曜石獲得をめぐる行動系:原産地分析の考古学データ統 合. 資源環境と人類, 8,67-82.
- 島田哲男・杉原保幸(2011)木崎夏期大学遺跡. 蛍光X線分 析装置による黒曜石製遺物の原産地推定 基礎データ集2, 176-178.
- Shimazu, M. and Takano, M. (1977) Ca-Fe-rich pyroxenes in Miocene perlites from the Tsugawa and Tadami areas, northeast Japan. Jour. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol., 72, 419-427.
- 周藤賢治・八島隆一(1985)茨城県大子地域に産するホルト ノライト安山岩. 岩石鉱物鉱床学会, 80, 398-405.
- 隅田祥光・及川 穣 (2019) 長野県霧ヶ峰地域における黒曜 石原産地の定量分析値に基づく化学的区分と判別法の検討. 資源環境と人類, 9, 1-14.
- 隅田祥光・土屋美穂(2015)長野県霧ヶ峰地域における黒曜 石原産地試料の元素分析と広原遺跡群の黒曜石製石器の原 産地解析(予報).資源環境と人類,5,65-82.
- Suda, Y., Tsuchiya, M., Hashizume, J. and Oyokawa, M. (2018) Chemical discrimination of obsidian sources in the Kirigamine area and provenance analysis of obsidian artifacts from the Hiroppara prehistoric sites I and II, central Japan. Quaternary International, 468, 72-83.
- 高橋正樹・野口高明・田切美智雄(1995)希土類元素組成か らみた東北日本中新世アイスランダイトの成因.地質学論 集,44,65-74.
- 堤 隆(2004)黒曜石3万年の旅.日本放送出版協会,東京, 236p.
- 土屋美穂・隅田祥光(2018)広原遺跡群第Ⅰ遺跡・第Ⅱ遺跡 から出土の黒曜石製石器の原産地解析:判別プログラムの 修正と判別結果. 資源環境と人類, 8, 31-42.
- 和田村教育委員会(1996)和田村の黒耀石をめぐる課題―原 産地遺跡分布調査を終えて―,長野,和田村教育委員会, 112p.
- 山田康治郎(2010)鉱石・岩石分析等で有効なガラスビード 法を用いた蛍光X線分析法.リガクジャーナル,41,24-32.

Petrology of obsidian gravels buried in Kashima river basin, Omachi City, Nagano Prefecture, central Japan

OKUYAMA Kimi*, KITAZAWA Toshiyuki*, SHITAOKA Yorinao* and KAWANO Yoshinobu* * Faculty of Geo-Environmental Science, Rissho University

Abstract :

Petrology and petrochemistry of obsidian gravels buried in Kashima river basin, Omachi City, Nagano Prefecture, were performed. The obsidian gravels were divided into two types; amorphous and phenocryst, based on their petrographical characteristics. The latter type was characterized by presence of ferro hortonolite and ferro augite. The obsidian gravels were shown different geochemical features from obsidian of Kirigamine area, Nagano Prefecture, suggesting that both origins were different. Chemical compositions and mineralogy of the obsidian gravels suggest they were derived from icelanditic magma same as those of volcanic rocks in northeast Kanto district. There is a possibility that detection of obsidian elucidates a producing place of stone tools said to be place of origin obscurity.

Key words : Nagano Prefecture, Kashima river, Obsidian, Geochemistry, Mineral chemistry