

鹿児島県産黒曜石の放射化分析

鈴木 達 郎*

(1992年10月15日 受理)

Instrumental neutron activation analysis for obsidians from Kagoshima Prefecture,
Southern Kyushu, Japan

Tatsuo SUZUKI

Department of Geology, Faculty of Education, Kagoshima University, Kagoshima, Japan

Abstract

Obsidians from several localities, namely, Nitto and Gomeki (Ōkuchi City), Ushihana (Hiwaki Town), Mifune (Kagoshima City) and Hase (Ōnejime Town), Kagoshima Prefecture, Japan, were examined by instrumental neutron activation analysis. The results indicate that these analytical data are valid for obsidian source identification also within localities in Kagoshima Prefecture.

1. 緒 言

鹿児島県においてもいくつかの黒曜石の産地が知られている。黒曜石は珪長質火山岩の急冷相であり、南九州の火山地質学的観点からも検討の余地がある。一方考古学的見地からも石器の材料として重要であり、産地が限られることからその石器の製作と交易といった観点からも注目され、その原産地の判定（産地分析）として既に多くの研究がある（Suzuki, 1973；鎌木ほか, 1984；東村, 1986）。その方法としては岩質とくに晶子形態、主成分、蛍光 X 線や放射化分析による微量成分の分析がおこなわれてきている（三辻, 1992）。しかし鹿児島県下の黒曜石産地（坂田, 1982；など）については従来地質学的・岩石学的記載も少なく主成分・微量成分等の測定値や年代測定値も充分ではなかった。

このような観点から鹿児島県産黒曜石の放射化分析を試み、その産地分析に関する有効性を検討

*鹿児島大学教育学部地学教室

したのでここに報告する。

2. 測定試料

今回放射化分析を試みた6試料について以下に簡単に述べる。

[試料名：GOMEKI] 大口市五女木の「五島鉱山」採石場跡地において、露頭に極めて近いと判断される崖錐堆積物中に新鮮な黒曜石が多量に含まれる。この付近の地質とこの黒曜石については藤井(1962)に詳細に述べられている。かつてこの黒曜石を含む流紋岩の変質生成物である白土を採掘したもようであるが(神野ほか, 1981), 現在ではその跡地は完全に埋め戻されている。

[試料名：NITTO] 大口市日東の路傍には黒曜石の破片が散乱していることは以前から知られていた(神野ほか, 1981; 坂田, 1982)。この産地に近い出水市上場の上場遺跡には黒曜石石器が出土する(池水, 1967)。今回日東において明瞭に輝石安山岩に貫入する黒曜石の露頭を見いだして分析試料とした。

[試料名：USHIHANA] 樋脇町上牛鼻には、尾木場流紋岩(宮地・宮地, 1975)の急冷相とされる黒色不透明な黒曜石があり、灰白色流紋岩に漸移する。この流紋岩のフィッション・トラック年代として2.5Maが報告されている(Miyaji, 1982)。

[試料名：MIFUNE] 鹿児島市三船の三船病院横には古くから知られている黒曜石の大露頭があり、この付近の海岸にはその転石が多数見られる。これは三船流紋岩(大木・早坂, 1970; 山口, 1975)の急冷相であり、そのK-Ar年代は、0.75Ma, フィッション・トラック年代は0.80Maである(Kaneoka and Suzuki, 1970)。

[試料名：HASE(1)-(2)] 大根占町長谷松崎の浜付近の大根占礫層中には黒曜石の巨礫が多数含まれている(種子田・入佐, 1966)。この巨礫2点(径約10cm)を採取して分析試料とした。この礫層は阿多火砕流堆積物に覆われているので、礫層の形成時期は阿多テフラの推定年代90ka~110kaより古いことがわかる。さらに礫層中に挟まれる火山性堆積物は阿多鳥浜テフラ(Ata-Th)とされ、その地質年代は230~250kaと推定されている(町田・新井, 1992)のでこの黒曜石そのものの年代はそれよりさらに古いことになる。

3. 分析方法

放射化分析のための試料は、0.5~1kgを特殊鋼製ジョウクラッシャーで4~5mm大に粗粉碎し、一般分析用試料として10g程度を縮分分取し、メノウ製ボールミルで微粉碎して、110°C12時間以上乾燥後に薄手のポリエチレン袋に多元素分析用として200mg程度を、ウランの分析用として50mg程度を秤量した。

放射化分析は立教大学原子力研究所の原子炉 TRIGA Mark II の F21 照射孔で6時間照射し、

鈴木：鹿児島県産黒曜石の放射化分析

3日間冷却後に Na・K・La・Sm・U (Np-239による) の測定を, 1~2週間冷却後にその他の19元素 Fe・Cr・Sc・Co・Rb・Sr・Zr・Cs・Ba・La・Ce・Nd・Eu・Tb・Yb・Lu・Hf・Ta・Th を測定することでおこなった。

Sm の103.18keV のガンマ線は, Np-239・Pa-233による Pu・U の X 線の妨害を受けるので U・Th の標準試料のそれぞれの主なガンマ線とこれら X 線のピーク面積比をもとめて, 測定試料の Sm のピーク面積を補正した。また Ce についても Fe の妨害を同様にして補正した。また標準試料として USGS の G2 を使用し, なおかつ地質調査所の標準岩石試料 JR1 を数個使用して, 照射キャプセル内での相対位置による補正をおこなった。

ウラン濃度は共鳴中性子放射化分析 (RAA) による値を採用した。この方法は U-238 を熱外中性子の照射により効果的に放射化するものであり, Np-239 による分析より有効である。今回の測定は, 立教大学原子力研究所の原子炉 TRIGA Mark II の F21照射孔でカドミウム容器を用いて7分間照射, 10分間冷却後 U-239 (半減期23.47m) の74.67keV のガンマ線を LEPS 型ゲルマニウム検出器を用いて測定し, 標準ウラン溶液を濾紙にとった標準試料 (U~5 μ g) と比較して決定した。また G2・AGV1・JR1・JR2 などの標準岩石試料を同時に検討した結果, 文献値と良く一致した。

4. 測定結果および討論

得られた分析結果は Table 1 にまとめた。これらの6点の試料はその元素含有量の特徴からは, まず五女木—日東・牛鼻・三船—長谷の3グループにわけることができる。以下にそれぞれのグループの特徴とそのなかでの個々の識別点等について述べる。

五女木—日東産黒曜石は他と比べて Na₂O 量が小さく K₂O 量がやや多いという点でも区別される。他には Zr・Ba・Hf・Th・U 含有量について特徴がある。またコンドライトで規格化したランタノイドの存在度パターン (Masuda-Coryell Plott) では, 軽希土の含有量は他よりも多く, その傾斜は三船—長谷産のものに比べてやや緩くなっている。五女木産と日東産のそれぞれの有意な違いはほとんど見られないが U 量は五女木産のほうがやや多いといえる点で異なっている。

牛鼻産黒曜石は他のどれとくらべても際だった違いがある。Na₂O 量がやや多く K₂O 量がやや少ないという点のほか, Sc・Zr・Ba・Hf・Th などの含有量から識別される。放射化分析による Cr や Sr は誤差も大きいのでこれだけでは何ともいえない。ランタノイドの分布パターンでも他のどれとも明らかに異なり, 軽希土側の傾斜が他のどれよりも緩くなっている。

三船産と長谷産の黒曜石は, Na₂O・Zr・Ba・U 量が三船産のものの方がやや多いという以外これらは極めて良く似ている。ランタノイドの含有量や分布パターンでも同様である。しかし両者の分布域は鹿児島湾を間に約50km隔てている。その類似性の意味は今後検討するべき課題である。東村 (1986) は蛍光 X 線分析によって両者を識別しているが, そのデータをみても Ti が異なるだけ

Table 1. Analytical data of activation analysis

	Gomeki	Nitto	Ushihana	Mifune	Hase (1)	Hase (2)
Na ₂ O (%)	2.76 ± 0.01	2.76 ± 0.01	4.05 ± 0.02	3.60 ± 0.02	3.34 ± 0.02	3.44 ± 0.02
K ₂ O (%)	3.80 ± 0.36	3.63 ± 0.34	2.24 ± 0.27	2.44 ± 0.28	2.55 ± 0.28	2.41 ± 0.26
Fe ₂ O ₃ * (%)	1.34 ± 0.02	1.35 ± 0.02	3.89 ± 0.04	1.01 ± 0.02	1.14 ± 0.02	1.12 ± 0.02
Cr (ppm)	5.33 ± 0.59	5.27 ± 0.56	0.867 ± 0.630	0.364 ± 0.368	0.276 ± 0.328	0.488 ± 0.350
Sc	3.03 ± 0.02	3.01 ± 0.02	12.62 ± 0.05	2.33 ± 0.02	3.00 ± 0.02	3.04 ± 0.02
Co	1.29 ± 0.10	1.21 ± 0.09	3.48 ± 0.17	0.421 ± 0.064	0.499 ± 0.069	0.540 ± 0.067
Rb	176.8 ± 3.0	179.6 ± 2.9	76.30 ± 2.52	99.56 ± 2.16	104.7 ± 2.1	97.10 ± 2.08
Sr	64.1 ± 19.4	105.5 ± 20.3	329.7 ± 37.8	95.9 ± 18.3	90.4 ± 20.4	73.3 ± 17.7
Zr	240.2 ± 30.7	267.8 ± 30.6	408.1 ± 49.5	121.3 ± 23.1	113.3 ± 21.0	104.3 ± 22.9
Cs	7.09 ± 0.26	6.81 ± 0.25	2.43 ± 0.11	3.30 ± 0.13	2.92 ± 0.11	2.97 ± 0.12
Ba	672.8 ± 17.4	719.4 ± 17.9	495.2 ± 22.0	603.3 ± 16.3	509.7 ± 14.5	485.2 ± 14.7
La	34.12 ± 0.86	33.46 ± 0.80	27.17 ± 0.81	24.91 ± 0.74	23.76 ± 0.68	26.07 ± 0.71
Ce	67.04 ± 0.59	68.62 ± 0.58	51.39 ± 0.57	45.89 ± 0.48	44.85 ± 0.45	44.47 ± 0.45
Nd	19.63 ± 3.09	16.86 ± 2.96	28.35 ± 4.75	17.66 ± 3.11	18.85 ± 2.96	13.70 ± 2.54
Sm	4.28 ± 0.11	5.01 ± 0.12	5.82 ± 0.14	2.82 ± 0.10	2.89 ± 0.09	2.76 ± 0.09
Eu	0.807 ± 0.022	0.696 ± 0.022	1.44 ± 0.03	0.582 ± 0.018	0.534 ± 0.017	0.567 ± 0.017
Tb	0.627 ± 0.048	0.549 ± 0.047	0.534 ± 0.064	0.391 ± 0.038	0.382 ± 0.039	0.405 ± 0.040
Yb	2.37 ± 0.31	2.72 ± 0.35	3.12 ± 0.40	1.42 ± 0.19	1.96 ± 0.25	2.15 ± 0.27
Lu	0.225 ± 0.014	0.236 ± 0.015	0.250 ± 0.016	0.173 ± 0.011	0.193 ± 0.012	0.200 ± 0.012
Hf	5.38 ± 0.09	5.23 ± 0.09	5.76 ± 0.12	2.99 ± 0.07	3.14 ± 0.07	3.02 ± 0.07
Ta	0.919 ± 0.048	0.890 ± 0.046	0.635 ± 0.050	0.715 ± 0.040	0.830 ± 0.040	0.629 ± 0.036
Th	21.89 ± 0.10	21.62 ± 0.10	7.77 ± 0.08	10.00 ± 0.07	9.85 ± 0.07	9.79 ± 0.07
U	5.31 ± 0.12	4.78 ± 0.09	1.58 ± 0.06	1.99 ± 0.06	1.56 ± 0.06	1.68 ± 0.07

*Total Fe as Fe₂O₃

鈴木：鹿児島県産黒曜石の放射化分析

であり今後の検討問題が残されている。

5. 結 論

1. 鹿児島県下の五女木・日東・牛鼻・三船・長谷に産出する黒曜石6点の放射化分析を試み23元素を定量し報告した。
2. これらの6試料はその元素含有量の特徴から、五女木—日東・牛鼻・三船—長谷の3グループにわけることができ、さらに個々に識別できる元素含有量の特徴が認められた。

放射化分析では極微量の試料で分析が可能であり、適正な測定をおこなえば極めて簡便に正確で安定した測定値が得られるので、今後さらに多数の露頭から試料を採取して測定し、石器そのものも分析すれば、石器材料の産地分析等について検討する有効な資料となると期待される。

[謝辞] 放射化分析に関しては平成4年度立教大学原子炉利用共同研究採択課題(24556)によるところが大きい。立教大学原子力研究所の戸村健児所長はじめ研究所の方々、ならびに東京大学原子力研究総合センター及び同横須賀分室の関係各位に謝意を表する。

6. 文 献

- 藤井紀之(1962)大口白土について。地質調査所月報, 13, 231-238.
- 東村武信(1986)石器産地推定法(考古学ライブラリー47). 89pp. ニューサイエンス社.
- 池水寛治(1967)鹿児島県出水市市場遺跡. 考古学集刊, 3, 1-21.
- 鎌木義昌・東村武信・藁科哲男・三宅 寛(1984)黒曜石, サヌカイト製石器の産地推定による古文化交流の研究. 渡辺直経編「古文化材の自然科学的研究」, 同朋社出版, 333-359.
- 神野好孝・大西一臣・浦島幸世(1981)鹿児島県の窯業原料の調査と研究—大口地区の粘土資源について. 鹿児島県工業試験所年報, No. 27, 43-52.
- Kaneoka, I. and Suzuki, M. (1970) K-Ar and fission track ages of some obsidians from Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan.* 29, 59-62.
- 町田 洋・新井房夫(1992)火山灰アトラス—日本列島とその周辺. 276pp. 東京大学出版会.
- 三辻利一(1992)考古学における蛍光X線分析と中性子放射化分析. *Isotope News*, 1992年6月号, 2-5.
- Miyaji, M. (1982) Fission-track ages of some volcanic rocks in the Yaeyama area, Kagoshima Prefecture, Japan. *Jour. Japan. Assoc. Min. Pet. Econ. Geol.*, 77, 410-415.
- 宮地六美・宮地貞憲(1975)鹿児島県八重山付近の火砕流堆積物について. 九大教養研究報, No. 19, 11-26.
- 坂田邦洋(1982)九州の黒曜石—黒曜石の産地推定に関する考古学的研究—. 146pp. 広雅堂書店.
- Suzuki, M. (1973) Chronology of prehistoric human activity in Kanto, Japan. Part I, Framework for reconstructing prehistoric human activity in obsidian. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. V*, 4, part 3, 241-318.
- 種子田定勝・入佐純治(1966)南大隅地方の始良・阿多両 pyroclastics について. 九大・理・島原火山温泉研報, No. 2, 11-21.
- 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, No. 16, 59-89.
- 山口鎌次(1975)桜島火山の研究—鹿児島湾周縁地域及び桜島火山の地質学並びに岩石学的研究. 128pp. 日本地学教育学会.