

考古与科技

吉林省东部旧石器晚期大洞遗址黑曜岩石器 判源元素特征分析*

刘爽^{1, 2} 陈全家¹ 吴小红²

(1. 吉林大学边疆考古研究中心, 长春, 130012; 2. 北京大学考古文博学院, 北京, 100871)

一、考古学背景

对于考古遗址里发现的石器, 人们最关心的课题之一就是石料的来源: 就地取材还是异地获取。如果是后者, 常常蕴含着有关迁徙、交换、贸易、资源开采与利用等方面的信息, 具有非常重要的研究价值^[1]。石料的种类很多, 黑曜岩无疑因其深具判源(产源判断)禀赋而获得考古学家的青睐^[2, 3], 究其原因不外乎有以下两点:

(1) 黑曜岩是优质火山玻璃, 质地均匀边锋锐利, 常被史前人类用作工具或武器随身携带。

(2) 不同时期不同地域的火山喷发形成的黑曜岩具有不同的地球化学特征, 通常可以由“特征元素组”来指征某一特定源^[4]。

吉林省和龙大洞遗址位于红旗河汇入图们江的河口地带, 沿红旗河右岸和图们江左岸的狭长地带分布。2007年8~9月间, 吉林大学边疆考古研究中心联合吉林省考古研究所对该遗址进行了调查和试掘, 从地层中获得石器4389件, 采集石器5752件, 其原料以黑曜岩为主。本文即对这批黑曜岩石器进行判源元素特征分析, 以获得该遗址的判源元素特征组成规律, 为其他遗址中黑曜岩制品的产源判断奠定基础。

* 本文得到教育部人文社会科学研究青年基金项目《中国东北地区旧石器晚期遗址黑曜岩制品原料来源探索》(项目编号: 10YJC780009)的资助。

二、实验方法

本次实验使用的仪器是美国尼通(NITON)公司生产的XL3t手持式(便携式)X射线荧光分析仪,该仪器采用50Kv、2-watt微型X射线管,结合多重过滤片技术和高性能半导体制冷检测器,可快速完成对分析数据的计算处理、存储等功能,通过选择不同的分析模式对各种类型的环境进行现场分析,具有无损、高效、快速、便携等特征,是目前国际上最先进的可以直接在博物馆、实验室以及考古发掘现场对金属、陶瓷、壁画、玻璃等文物中的金属元素含量进行检测和分析的仪器之一。

研究表明,微量的特征元素可以直接反映产源信息^[5],对黑曜岩而言,起较显著的矿源指征作用的微量元素有Rb、Sr、Y、Zr、Nb和Ba等^[6]。本实验选择标准土壤模式,对黑曜岩中对判源作用指示较强的Zr、Sr、Rb、Zn、Fe、Mn、Ca、K、Ti、Th等元素进行测定。每次检测时间为60秒。

确保实验数据可靠性的关键就是要保证仪器的稳定性。我们选择日本白滝遗址样品sample-1作质量控制样品。该样品质地匀净,黝黑光亮,体积适中,表面有人工打制痕迹。具体方法是每测定一定数量或者每测一个新遗址之前之后都对该样品进行测试,共得到28个测试数据。测试结果见表一。

表一 质量控制样品的Zr、Rb、SrPXRF测试数据及Zr/Sr、Rb/Sr值

PXRF No.	Sample-1	Zr	Rb	Sr	Zr/Sr	Rb/Sr
492	质控	89.47	161.81	32.06	0.161822	5.047099
501	质控	88.21	157.1	30.59	0.201032	5.135665
511	质控	83.89	155.59	30.5	0.110825	5.101311
520	质控	87.26	164.52	31.25	0.156419	5.26464
527	质控	82.06	157.89	31.53	0.085894	5.007612
534	质控	88.06	161.62	33.37	0.16906	4.843272
539	质控	81.22	154.5	31.51	0.153518	4.903205
548	质控	82.89	156.43	30.87	0.081291	5.067379
559	质控	82.09	156.87	30.43	0.213317	5.15511
566	质控	80.71	156.83	32.92	0.197516	4.763973
573	质控	82.89	154.46	30.27	0.201253	5.102742
588	质控	82.3	150.63	30.3	0.093509	4.971287
603	质控	84.44	156.12	29.61	0.087767	5.272543
628	质控	86.06	157.93	31.41	0.127683	5.028017
641	质控	83.09	150.24	30.12	0.144926	4.988048
671	质控	82.44	154.02	29.71	0.171205	5.184113

续表

PXRF No.	Sample-1	Zr	Rb	Sr	Zr/Sr	Rb/Sr
735	质控	85.36	158.41	29.17	0.137902	5.430579
786	质控	84.33	161.79	30.72	0.081257	5.266602
922	质控	83.27	154.14	30.72	0.170286	5.017578
945	质控	87.18	174.12	32.43	0.258666	5.369103
968	质控	87.41	155.47	30.43	0.08764	5.109103
1043	质控	86.66	163.11	31.48	0.191911	5.181385
1065	质控	80.93	156.55	30.65	0.103022	5.107667
1092	质控	90.03	166.27	34.82	0.241752	4.775129
1279	质控	86.64	173.45	33.97	0.080528	5.105976
1292	质控	88.96	165.33	31.73	0.085246	5.210526
1342	质控	86.67	164.14	33	0.233489	4.973939
1453	质控	89.78	167.19	32.84	0.143934	5.091048

对测试数据进行分析, 求出常量元素的百分比值、Zr/Sr、Rb/Sr以及最大值、最小值、平均值及标准偏差(表二)。可以看出, Zr/Sr、Rb/Sr标准偏差分别为0.11、0.16, 说明其具有较好的稳定性。因此, 在具体遗址研究分析中选择此两组数据作为分析手段之一。

表二 质量控制样品的标准偏差、平均值、最大值和最小值

Reading No.	标准偏差	平均值	最大值	最小值
Zr/Sr	0.107563	2.717371	2.926294	2.451701
Rb/Sr	0.159339	5.08838	5.430579	4.763973

根据对质量控制样品分析得出的结论, 我们对每个遗址的黑曜岩样品进行元素特征总结, 总体路线是: 选择Zr、Sr、Rb三种元素, 重点考察Zr/Sr、Rb/Sr值, 当它们的数据落在1~10间, 为A组; 在11~25间, 为B组; 在26~50间, 为C组; 其余为D组。对于介于临界值的数据, 处理方法遵循四舍五入的原则, 特殊数据进行综合考察具体分析。

三、实验结果

我们在大洞遗址随机选取553件样品, 其中砾石原料10件, 其余为石器, 对每件黑曜岩样品进行PXRF测试, 选取判源元素Zr、Sr、Rb的测试结果, 并求Zr/Sr、Rb/Sr值, 按照前面设定的标准进行分组, 具体分析结果见表三。

表三 大洞遗址黑曜岩制品判源元素Zr、Sr、Rb PXRF测试数据, Zr/Sr、Rb/Sr值及分组结果 (节选)

谱号	sample	site	Zr	Sr	Rb	Zr/Sr	Rb/Sr	分组
482	1	大洞砾石	287.49	16.72	240.84	17.19438	14.40431	B
483	2	大洞砾石	297.31	22.03	238.15	13.49569	10.81026	B
488	3	大洞砾石	293.96	18.51	245.65	15.88115	13.2712	B
490	4	大洞砾石	285.58	21.74	240.58	13.13615	11.06624	B
493	5	大洞砾石	288.28	18.71	235.77	15.4078	12.60128	B
495	6	大洞砾石	295.19	15.87	244.53	18.6005	15.40832	B
496	7	大洞砾石	293.01	15.6	236.83	18.78269	15.18141	B
498	8	大洞砾石	313.13	22.89	256.67	13.67977	11.21319	B
499	9	大洞砾石	336.13	36.42	220.12	9.22927	6.043932	A
521	10	大洞砾石	266.88	16.96	218.12	15.73585	12.86085	B
502	1	大洞石器	295.68	18.74	239.46	15.77801	12.77801	B
504	2	大洞石器	292.65	14.32	249.51	20.43645	17.42388	B
505	3	大洞石器	279.19	19.11	226.3	14.60963	11.84197	B
507	4	大洞石器	284.75	16.97	238.9	16.77961	14.07778	B
509	5	大洞石器	296.45	16.05	251.49	18.4704	15.66916	B
510	6	大洞石器	289.99	19.9	244.55	14.57236	12.28894	B
512	7	大洞石器	292.78	16.88	248.59	17.34479	14.7269	B
513	8	大洞石器	296.39	14.07	255.77	21.06539	18.17839	B
515	9	大洞石器	277.45	14.18	220.29	19.56629	15.53526	B
516	10	大洞石器	297.02	15.28	254.1	19.43848	16.62958	B
517	11	大洞石器	284.52	21.94	228.15	12.96809	10.39881	B
518	12	大洞石器	307.17	16.25	261.55	18.90277	16.09538	B
519	13	大洞石器	343.23	24.76	283.79	13.86228	11.46163	B
684	07DD. C : 707	大洞采集	265.15	11.79	215.59	22.4894	18.28584	B
685	1168	大洞采集	289.78	15.92	247.96	18.20226	15.57538	B
686	3501	大洞采集	283.9	14.55	243.72	19.51203	16.75052	B
687	890	大洞采集	288.54	20.23	238.43	14.26298	11.78596	B
688	1828	大洞采集	285.16	17.23	240.11	16.5502	13.93558	B
689	1989	大洞采集	282.65	13.53	231.99	20.89061	17.14634	B
690	864	大洞采集	290.78	15.03	238.5	19.34664	15.86826	B
691	396	大洞采集	340.01	26.78	273.49	12.69642	10.21247	B
692	927	大洞采集	291.33	30.26	217.01	9.627561	7.171514	A
693	591	大洞采集	303.18	21.16	240.89	14.32798	11.38422	B

续表

谱号	sample	site	Zr	Sr	Rb	Zr/Sr	Rb/Sr	分组
694	1482	大洞采集	271.38	16.6	221.02	16.34819	13.31446	B
695	1923	大洞采集	296.33	31.03	227.05	9.549791	7.317112	A
696	2216	大洞采集	281.7875	14.28	236.0025	19.73302	16.52679	B
700	1206	大洞采集	288.39	25.54	227.58	11.2917	8.910728	A
703	872	大洞采集	294.2	20.15	243.21	14.6005	12.06998	B
704	608	大洞采集	285.62	19.54	239.88	14.6172	12.27636	B
705	2284	大洞采集	290.95	13.62	252.56	21.36197	18.54332	B
706	1699	大洞采集	294.65	16.41	258.58	17.95551	15.75746	B
707	1682	大洞采集	297	14.76	252.34	20.12195	17.09621	B
710	3183	大洞采集	210.57	15.21	145.74	13.84418	9.581854	B
711	4304	大洞采集	292.62	13.89	236.75	21.06695	17.04464	B
712	662	大洞采集	294.93	22	238.4	13.40591	10.83636	B
713	907	大洞采集	288.21	16.86	235.52	17.09431	13.96916	B
714	827	大洞采集	292.23	14.86	246.63	19.66555	16.5969	B
715	2736	大洞采集	268.54	14.63	225.1	18.35543	15.38619	B
716	2014	大洞采集	298.09	17.96	248.01	16.59744	13.80902	B
717	4531	大洞采集	293.28	29.39	223.58	9.978904	7.607349	A
718	970	大洞采集	290.48	20.3	242.54	14.30936	11.94778	B
719	1739	大洞采集	300.21	19.46	250.61	15.42703	12.87821	B
720	866	大洞采集	281.72	18.39	234.28	15.3192	12.73953	B
721	1637	大洞采集	288.14	12.55	243.24	22.95936	19.38167	B
722	1158	大洞采集	282.3	16.81	236.73	16.79358	14.08269	B
723	1649	大洞采集	291.89	14.24	247.83	20.49789	17.40379	B
724	1116	大洞采集	286.8	15.72	239.28	18.24427	15.22137	B
725	3528	大洞采集	280.19	19.47	226.4	14.39086	11.62815	B
726	41	大洞采集	273.06	14.38	234.9	18.98887	16.33519	B
727	860	大洞采集	286.47	19.26	238.85	14.87383	12.40135	B
728	1647	大洞采集	254.05	8.81	226.85	28.83655	25.74915	C
729	1093	大洞采集	271.03	26.22	204.42	10.33677	7.796339	A
731	1528	大洞采集	262.76	19.18	232.01	13.69969	12.09645	B
732	1700	大洞采集	298.58	26.91	234.31	11.0955	8.707172	A
733	3516	大洞采集	247.33	11.9	197.5	20.78403	16.59664	B
734	1882	大洞采集	286.43	17.66	234.83	16.21914	13.29728	B
736	1740	大洞采集	312.2	41.47	207.49	7.528334	5.003376	A

续表

谱号	sample	site	Zr	Sr	Rb	Zr/Sr	Rb/Sr	分组
737	347	大洞采集	296.94	29.5	223.45	10.06576	7.574576	A
738	2215	大洞采集	289.35	15.43	238.1	18.75243	15.43098	B
739	2520	大洞采集	294.75	13.58	246.55	21.70471	18.15538	B
740	1666	大洞采集	293.57	15.93	247.94	18.42875	15.56434	B
741	4516	大洞采集	292.66	15.89	238.17	18.41787	14.98867	B
742	609	大洞采集	289.54	29.24	223.09	9.902189	7.629617	A
743	4511	大洞采集	297.07	21.99	233.68	13.50932	10.62665	B
744	563	大洞采集	296.89	16.42	242.14	18.081	14.74665	B
746	745	大洞采集	304.21	16.44	260.94	18.50426	15.87226	B
747	4512	大洞采集	296.08	13.97	243	21.19399	17.39442	B
748	1088	大洞采集	402.85	4.43	435	90.93679	98.19413	D
750	4518	大洞采集	296.05	14.85	247.16	19.93603	16.64377	B
751	190	大洞采集	293.96	13.46	244.98	21.83952	18.20059	B
752	1807	大洞采集	295.15	36.9	209.97	7.998645	5.690244	A
753	1414	大洞采集	292.39	15.44	246.8	18.93718	15.98446	B

四、结 论

便携式X射线荧光分析仪不是精确度最高的仪器,相比电感耦合等离子体发射光谱,它的准确度不是很好,但精密度较高,也就是说仪器比较稳定,数据具有重复性,对于大批量样品的统计分组结果无不良影响。由于考古发现的黑曜岩石器属于珍贵文物,既不允许破坏,也不能够随意做异地搬运测试,因此建立黑曜岩化学成分数据库的工作首先就要求分析测试仪器无损于文物的完整性,其次要方便携带,而便携式X射线荧光分析仪有效地满足了这两个条件,使建立东北旧石器晚期遗址发现的大量黑曜岩石器化学成分数据库成为可能,在此基础上归纳各个遗址黑曜岩化学成分特征,总结规律进行分类,将各个遗址中特征相似的黑曜岩石器划归一组,从而可以推断特定远古时期人们对石料资源的选择利用情况,由此在一定程度上反映出不同遗址之间人类的生产活动图景。

对于大洞遗址,根据以上实验数据分组情况得出如下结论:A组167件,占30.20%;B组372件,占67.27%;C组8件,占1.45%;D组6件,占1.08%。由此可以看出,在大洞遗址,Zr/Sr、Rb/Sr值在11~25的B组样品占绝大多数,为A组的2倍强。A组约占测定样品的1/3,其余极少数为C组和D组。

由于样品是随机选取, 以上规律可以视为吉林省东北地区旧石器晚期的和龙大洞遗址黑曜岩石器判源元素Zr、Sr、Rb的特征规律组成。

本研究成果为进一步研究遗址中黑曜岩石器的原料来源奠定了实验基础。

注 释

- [1] 张富强. 地中海和西亚地区黑曜石考古含义述略 [J]. 世界历史, 1988 (4) : 123 ~ 132.
- [2] 刘爽, 吴小红, 陈全家. 黑曜岩产源研究的国内外研究现状及发展趋势综述 [A]. 边疆考古研究 (第7辑) [C]. 北京: 科学出版社, 2009: 34 ~ 40.
- [3] 刘爽, 吴小红, 陈全家. 黑曜岩的考古学研究概述 [A]. 边疆考古研究 (第8辑) [C]. 北京: 科学出版社, 2010: 301 ~ 308.
- [4] M. Steven Shackley. *Archaeological Obsidian Studies: Method and Theory*[M]. New York and London: Plenum Press, 1998.
- [5] 陈铁梅. 科技考古学 [M]. 北京大学出版社, 2008.
- [6] B. Constantinescu, et al. Obsidian Provenance Studies of Transylvania's Neolithic Tools Using PIXE, Micro-PIXE and XRF[J]. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*. 2002(189): 373-377.

The Chemical Element Characteristic Analysis of Obsidian Artifacts from the Dadong Upper Paleolithic Site in the Northeast of Jilin Province

Liu Shuang Chen Quanjia Wu Xiaohong

This paper analyses the chemical elements Zr, Sr and Rb characteristics of the obsidian artifacts from Dadong Upper Paleolithic site in Northeast of Jilin Province in order to acquire the regular patterns of the provenance elements Zr, Sr and Rb and to establish the foundation for the obsidian artifacts from other sites.