

はじめに

石器の材料である岩石種の正しい理解は、石材の用途、石器の製作技法を論じる上で必要不可欠である。しかし地質学的な岩石や鉱物の鑑定には、岩石薄片を作成した上での顕微鏡観察や科学的な分析が必要で、石製遺物を傷つけることなく表面の肉眼観察だけからその岩石種を判別することは難しい。これは石器を研究する上での大きな壁でもある。その解決手段の一つとして、近年普及が進んでいる携行型ハンドヘルド蛍光エックス線分析装置（以下「HH-XRF」とする）の利用が試行されている。この度、富山市埋蔵文化財センターにおいて、富山市呉羽地区の遺跡、小竹貝塚（縄文前期）と北代遺跡（縄文中期）から出土した石製遺物の非破壊化学組成分析の機会を得たのでここに報告する。

1 分析法とその結果

分析には、英国オックスフォード・インストルメンツ社製の HH-XRF、X-MET7500 を用いた。遺物表面に照射する X 線ビーム径は 9mm、軽元素を加速電圧 13kV、照射電流値 45mA で 4 秒間、重元素を 40kV、10mA で 1 秒間分析し、それを 18 回繰り返して計 90 秒間のエネルギー分散 X 線スペクトルの測定を行った（図 1）。測定値は岩石・鉱物分析に対応したパラメータで補正した。一部の遺物は、台北市の中央研究院地球科学研究所に借用し、走査型電子顕微鏡を使用した SEM-EDS 法による非破壊化学定量分析を行い HH-XRF データの確認を行った。分析方法は、飯塚 [2012]、飯塚ら [2016] を参照されたい。

富山市埋蔵文化財センターが 2008 年に行った小竹貝塚調査で出土した石製遺物のうち整理作業の済んでいる約 500 点から、打製の石鏃 4 点（石鏃の総数は 170 点以上）、磨製石斧・石鑿 93 点、未成品を含む装飾品 43 点、計 140 点を、また北代遺跡については、北代縄文館に展示してある 15 点を HH-XRF で分析した。小竹貝塚出土品から 22 点、北代縄文館の 6 点については、SEM-EDS 法での定量分析も行った。

それぞれの分析結果は、表 1、表 2 に示した。小竹貝塚出土の磨製石斧・石鑿 93 点のうち 60 点（65%）はネフライト製であった。ネフライトはカルシウム角閃石（トレモラ閃石「透閃石」～アクチノ閃石「緑閃石」）で構成される単相鉱物岩石で、その鉱物学的な特徴によって微細な繊維質構造をもち（図 2）、高い靱性力をもつ。即ち打撃に強い石材である。同様に角閃石の一種である普通角閃石（ホルンブレンド）から構成されるホルンブレンダイト製の石斧も 17 点（18%）確認した。一方で、蛇紋岩製のものは 8 点（9%）に過ぎなかった。装飾品の半数（23 点）は滑石岩製で、ネフライト製は 2 点であった。また緑泥片岩製の装飾品は 8 点あった。多数出土している石鏃は、代表的な 2 種を 2 点ずつ分析し、チャート製、ガラス質安山岩製のものと判別した。北代遺跡では、装飾品からヒスイ岩（1 点）、ネフライト（8 点）、滑石岩（4 点）、蛇紋岩（1 点）を確認した。

2 考察

縄文前期の小竹貝塚から出土した石斧や石鑿に用いられていた岩石は、これまで一般的に言われていた（しかし、物性的にはもろい）蛇紋岩ではなく、むしろ高い割合でネフライト



図 1. 富山市埋蔵文化財センターにおける HH-XRF を用いた小竹貝塚 S-182（長さ約 5cm：滑石岩製）の分析

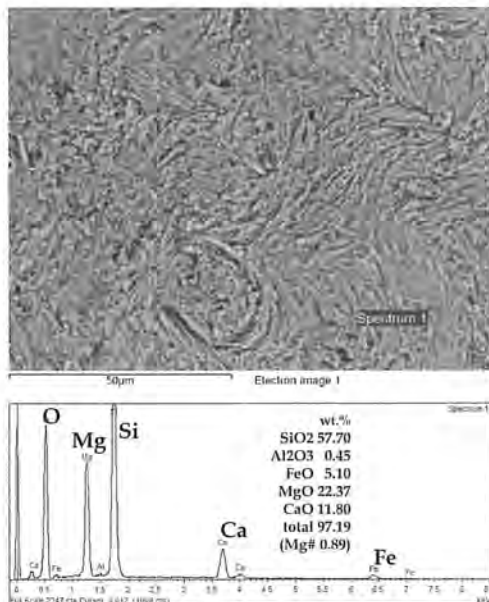


図 2. SEM-EDS 法での観察と分析例

(上) 小竹貝塚 S-86 (磨製石斧) 表面の反射電子像。ネフライト特有の繊維質の構造が観察できる。(下) 同表面分析から得たアクチノ閃石の X 線エネルギースペクトルと定量値

地方の旧石器時代後期～縄文時代、大屋・柴田 [2008]、柴田 [2010] が関東地方の縄文時代の出土遺物からネフライト製石器の存在を確認している。日本では先史時代より多様な岩石を利用する石器文化が栄えてきた。黒曜石剥片を利用した石刃や石鏃、ヒスイ岩を用いた装飾品などは独特の文化で、かつ広い流通範囲を持っている。石斧や石鏃製作に選択的に用いられていたと推測できるネフライトもこれらと同様の可能性がある。肉眼や比重測定による鑑定に比べ、HH-XRF 分析はより定量的である。加えて特定の石材の産地を知ることができれば、石器文化の地域的な特徴だけでなく、地域間の相違と交流を知る上でも重要な情報となる。ネフライトのみならず、今後も HH-XRF を用いて石材データの蓄積を進めて行くことは有用であると考ええる。

本調査を通して、富山市埋蔵文化財センターの古川知明氏、堀内大介氏には大変お世話になりました。記して感謝申し上げます。

引用文献

- 飯塚義之 2012 「考古鉱物学：低真空走査型電子顕微鏡による玉器の分析とその成果」『日本電子ニュース』Vol. 44, pp23-39.
- 飯塚義之・古川知明・中村由克 2016 「富山城石垣土塁から出土したネフライト玉石の来源」『大境』第 35 号, 富山考古学会, pp67-72.
- 大屋道則・柴田徹 2008 「V 石器の理化学分析 1 磨製石斧と玉類の岩石種」『菖蒲町神ノ木 2 遺跡』埴田県埋蔵文化財調査事業団, p574 第 25 表
- 柴田徹 2010 「石材から見た磨製石斧—奥東京湾東西地域における構成岩種の違いに関する予察—」『物質文化』第 88 号, 物質文化研究会, pp27-36.
- 中村由克 2013 「富山県境 A 遺跡における縄文時代磨製石斧の石材利用」『野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告』第 21 号, 野尻湖ナウマンゾウ博物館, pp9-28
- 中村由克 2015 「後期旧石器時代における透閃石岩製石斧のひろがり」『旧石器研究』第 11 号, 日本旧石器学会, pp65-78.

であった。一方、比較的小さな細工道具である打製の石鏃には珪質岩であるチャートやガラス質安山岩が用いられていた。石製装飾品の多くには、素材の柔らかな滑石（モース硬度 1）が用いられていることが多く、同じく加工しやすい緑泥石（モース硬度 2）を主要鉱物とする緑泥片岩もあった。構成の中の一部ではあるが表面研磨が施されているネフライト製の装飾品も見出された。縄文中期の北代遺跡の分析は 15 点に限られているため全体の構成を議論することは出来ないが、小竹貝塚出土品と同様に、石斧などの道具類にはネフライト、装飾品には滑石岩が選択的に使用されていたという傾向が見られる。今回の調査を通して確認できたヒスイ岩は装飾品の 1 点だけであった。

おわりに

北東アジアや東アジア、さらに東南アジアでは、俗に「軟玉」と称されるネフライトが古くから利用され、特に新石器時代以降は、「玉」として珍重されていた。これに対し、日本ではネフライトが活用されていたという認識がこれまでほとんどなかった。しかし近年、中村 [2013, 2015] が北信越

表1. 非破壊分析による小竹貝塚石製遺物の化学分析結果

HH-XRF 分析番号	SEM-EDS 分析番号	小竹貝塚 遺物番号	器種	岩石名	主要構成鉱物	色調	Mg#	備考
1		S-61	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	黒色		
2	1	S-62	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	緑灰色	0.907	
3	2	S-63	小型磨製石斧	(ネフライト)	(トレモラ閃石)	黒灰色	*	表面状態不良
4	3	S-64	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	褐色	0.868	
5	4	S-65	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	暗緑色	0.888	
6		S-66	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	黒色		
7		S-67	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	黒色		
8		S-68	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	黒色		
9		S-69	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	黒灰色		
10		S-70	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
11	5	S-72	小型磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	緑灰色	0.874	
12	6	S-139	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色	0.884	
13		S-140	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	黒色		
14		S-60	球状耳飾	緑泥片岩	緑泥石+白雲母*	暗緑色		穿孔あり
15		S-59	球状耳飾	滑石岩	滑石	黒灰色		
16		S-73	球状耳飾	白雲母片岩	白雲母	白-黒灰色		穿孔あり
17		S-58	球状耳飾	緑泥片岩	緑泥石+白雲母*	暗緑色		穿孔あり
18		S-57	球状耳飾	ネフライト	アクチノ閃石	黒茶色		穿孔あり
19		S-56	球状耳飾	緑泥片岩	緑泥石	黒色		穿孔あり
20		S-55	球状耳飾	緑泥片岩	緑泥石+白雲母*	黒色		穿孔あり
21		S-54	球状耳飾	石灰岩	(石灰石)	淡白色		穿孔あり
22		S-53	球状耳飾	滑石岩	滑石	黒灰色		切り込みアリ
23		S-52	球状耳飾	珪質岩	(石英)	黒灰色		穿孔あり
24		S-51	球状耳飾	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		穿孔あり
25		S-50	球状耳飾	ネフライト+蛇紋岩	アクチノ閃石、蛇紋石	黒灰色		穿孔あり
26		S-71	異形石器	頁岩	(石英)	赤色		魚の形
27		S-74	管玉	滑石岩	滑石	黒灰色		穿孔あり
28		S-75	小型磨製石斧	緑泥片岩	緑泥石+白雲母*	黒色		摺り切り痕
29		S-76	未製品	緑泥片岩	緑泥石+白雲母*	暗緑色		摺り切り痕
30		S-77	大玉	滑石岩	滑石	黒灰色		穿孔あり
31		S-78	異形装飾品	滑石岩	滑石	黒灰色		穿孔あり
32		S-79	円盤状磨製石製品	頁岩	(石英)	緑灰色		穿孔あり
33		S-80	異形装飾品	滑石岩	滑石	黒灰色		製作痕あり
34		S-181	未製品	滑石岩	滑石	黒色		製作痕あり
35		S-182	異形装飾品	滑石岩	滑石	淡緑色		穿孔あり
36		S-192	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
37		S-183	小型磨製石斧	石灰岩	(石灰石)	白色		芯?
		S-201	球状耳飾	石灰岩	(石灰石)	乳黄白色		穿孔あり
		S-202	球状耳飾	石灰岩	(石灰石)	乳黄白色		穿孔あり
40		S-184	小型磨製石斧	(ネフライト)	(アクチノ閃石)	黒色		表面状態不良
41		S-185	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	黒色		
42		S-186	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	黒色		
43		S-187	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	黒色		
44		S-188	小型磨製石斧	蛇紋岩	蛇紋石	灰白色		
45		S-189	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	黒色		
46		S-190	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	暗緑色		
47		S-191	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	暗緑色		
52		S-81	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	黒緑色		
53		S-82	磨製石斧	蛇紋岩	蛇紋石	黒灰色		
54		S-83	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
55		S-84	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
56		S-85	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
57	21	S-86	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	暗緑色	0.887	表面状態不良
58	22	S-87	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	暗緑色	0.838	
59		S-88	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
60		S-89	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	黒色		
61		S-90	磨製石斧	砂質凝灰岩		緑色		
62		S-91	磨製石斧	砂質凝灰岩		緑色		
63		S-92	磨製石斧	(ネフライト)	(トレモラ閃石、石英)	暗緑色		石英脈あり
65		S-93	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	暗緑色		表面状態不良
66		S-94	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	黒色		表面状態不良
67		S-95	磨製石斧	蛇紋岩	蛇紋石	黒灰色		
68		S-96	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	黄灰-暗緑色		表面状態不良
69		S-97	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	暗緑色		表面状態不良
70		S-98	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	暗緑色		
71		S-99	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
72		S-100	磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	緑色		
73		S-101	磨製石斧	蛇紋岩	蛇紋石	黒色		
74		S-103	磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	暗緑色、硬質		
75		S-105	磨製石斧	蛇紋岩	蛇紋石	暗緑色、硬質		
76		S-106	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	灰、黒灰色		表面状態不良
77		S-107	磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	硬質、暗緑色		
78		S-109	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	暗緑色		
79		S-111	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	黒色		
80		S-112	磨製石斧	蛇紋岩	蛇紋石	暗緑色		
81		S-119	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	黒灰色		
82		S-104	磨製石斧	蛇紋岩	蛇紋石	緑灰色		
83		S-108	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	黒緑色		
84		S-110	磨製石斧	デイサイト	(斜長石、角閃石)	黒緑色		斑晶有り
85		S-113	磨製石斧	石英片岩	石英	淡緑色		

白雲母* = phengite, (かっこ)は定性的にのみ確認したことを示す。

HH-XRF 分析番号	SEM-EDS 分析番号	小竹貝塚 遺物番号	器種	岩石名	(主構成鉱物)	色調	Mg#	(表1 つづき) 備考
86		S-114	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	暗青色		
87		S-115	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	暗緑色		
88		S-116	磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	黒灰色		
89		S-117	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
90		S-118	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	暗緑色		
106		S-193	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
107		S-194	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	黒色		
108		S-195	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	暗青色		
109	13	S-196	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	灰白色	0.892	
110		S-197	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
111	14	S-198	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色	0.877	
112	7	S-501	石鏝	ネフライト	トレモラ閃石	暗緑色		
113	8	S-502	石鏝	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
114	9	S-503	石鏝	ネフライト	トレモラ閃石	灰白色		
115		S-369	磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	暗青灰色		
116		S-370	磨製石斧	砂質凝灰岩		緑灰色		
117		S-371	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	淡緑色		
118		S-372	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	暗緑色		
119		S-373	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
120		S-374	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	緑灰色		
121		S-375	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	暗緑色		
122		S-376	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
123	10	S-504	石鏝	ネフライト	アクチノ閃石	黒色		
124	11	S-505	石鏝	ネフライト	トレモラ閃石	黒色		
125	12	S-506	石鏝	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色(層状)		
126		S-380	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
127		S-381	磨製石斧	砂質凝灰岩		黒灰色		
128		S-382	磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	黒灰色		
129		S-383	磨製石斧	蛇紋岩	蛇紋石	暗緑色		
130		S-384	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
131		S-385	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	黒灰色		
132		S-386	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
133		S-387	磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	暗青灰色		
134		S-388	磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	暗緑色		
135		S-389	磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	暗緑色		
136	15	S-199	袈裟耳飾	緑泥片岩	緑泥石+白雲母*	暗緑色		
137	16	S-200	袈裟耳飾	白雲母片岩	白雲母	黒灰色		
138		S-203	袈裟耳飾	滑石岩	滑石	緑灰色		
139	17	S-204	袈裟耳飾	緑泥片岩	緑泥石+白雲母*	暗緑色		
140		S-205	袈裟耳飾	滑石岩	滑石	緑灰色		
141	18	S-206	袈裟耳飾	緑泥片岩	緑泥石	黒色		
142		S-207	袈裟耳飾(破片)	滑石岩	滑石	黒灰色		
143		S-208	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	黒色		
144		S-209	管玉	滑石岩	滑石	灰褐色		
145		S-210	玉	砂質凝灰岩		黒灰色		穿孔あり
146		S-211	玉	貝類	(石灰石)	白色		穿孔あり
147		S-212	玉未製品	滑石岩	滑石	黒灰色		穿孔あり
148		S-213	臼玉	滑石岩	滑石	黒灰色		穿孔あり
149		S-214	袈裟耳飾	滑石岩	滑石	黒灰色		穿孔あり
150		S-215	管玉	滑石岩	滑石	黒色		穿孔あり
151		S-216	袈裟耳飾	滑石岩	滑石	黄褐色		穿孔あり
152		S-217	管玉	滑石岩	滑石	黒灰色		製作痕あり
153		S-218	管玉	滑石岩	滑石	黒褐色		穿孔あり
154		S-219	管玉	滑石岩	滑石	黒褐色		穿孔あり
155		S-220	管玉	滑石岩	滑石	緑灰色		穿孔あり
156		S-221	玉	滑石岩	滑石	黒色		穿孔あり
157		S-222	玉	滑石岩	滑石	淡黒褐色		穿孔あり
158		S-223	石鏝	頁岩	(石英)	黒色		打製
159		S-224	石鏝	安山岩	斜長石、輝石	黒色		打製
160	19	S-225	石鏝	安山岩	斜長石、輝石	黒色		打製
161	20	S-227	石鏝	頁岩	(石英)	暗褐色		打製

白雲母* = phengite; (かっこ)は定性的にのみ確認したことを示す; !白雲母* = phengite, (かっこ)は定性的にのみ確認したことを示す。

表2. 非破壊分析による北代遺跡石製遺物の化学分析結果

HH-XRF 分析番号	SEM-EDS 分析番号	小竹貝塚 遺物番号	器種	岩石名	(主構成鉱物)	色調	Mg#	備考
91	23	KT-01	袈裟耳飾破片	滑石岩	滑石	黒色		穿孔あり
92		KT-02	石製装飾品	滑石岩	滑石	灰白色		穿孔あり
93		KT-03	石製装飾品	滑石岩	滑石	灰白色		穿孔あり
94		KT-04	石製装飾品	滑石岩	滑石	灰白色		穿孔あり
95	24	KT-05	石製装飾品	ネフライト	トレモラ閃石	緑灰色	0.912	穿孔あり
96		KT-06	石製装飾品	ヒスイ岩	ヒスイ輝石	暗緑色		穿孔痕あり
97	25	KT-07	石製装飾品	ネフライト	トレモラ閃石	灰白色	0.938	穿孔痕あり
98	26	KT-08	石製装飾品	ネフライト	アクチノ閃石	緑灰色	0.881	
99		KT-09	石鏝	ネフライト	トレモラ閃石	緑灰色		
100	27	KT-10	石鏝	ネフライト	トレモラ閃石	灰白色	0.901	
101		KT-11	小型磨製石斧	ネフライト	トレモラ閃石	灰白色		
102	28	KT-12	小型磨製石斧	ネフライト	アクチノ閃石	黒色	0.809	
103		KT-13	小型磨製石斧	<判別不能>		黒色		表面状態不良
104		KT-14	小型磨製石斧	蛇紋岩	蛇紋石	緑灰色		
105		KT-15	小型磨製石斧	ホルンブレンダイト	普通角閃石	緑灰色		

Mg# = Mg/(Mg+Fe) 比はSEM-EDS分析による角閃石中の比。