

イエメン・ヘイリッジ出土陶磁器の科学的研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 佐々木, 達夫, 肥塚, 隆保, 二宮, 修治, 白幡, 浩志, 山崎, 一雄 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/1564

イエメン・ヘイリッジ出土陶磁器の科学的研究

Technical Study of the Ceramics from Hairidj in Yemen

佐々木達夫¹⁾, 肥塚 隆保²⁾, 二宮 修治³⁾,
白幡 浩志⁴⁾, 山崎 一雄⁵⁾, 佐々木花江⁶⁾

SASAKI Tatsuo¹⁾, KOEZUKA Takayasu²⁾, NINOMIYA Shuji³⁾,
SHIRAHATA Hiroshi⁴⁾, YAMASAKI Kazuo⁵⁾, SASAKI Hanae⁶⁾

The abandoned seaport of Hairidj is located on the mouth of Wadi Masilah, Hadramawt in Yemen. Local and trade ceramics dating from the 15th to 16th centuries were collected from the surface of the site. Thirteen sherds were selected for technical study in order to locate their provenance and isolate special characteristics.

Trace elements in the fabric of the ceramic were determined by instrumental neutron activation analysis using a nuclear reactor, TRIGA Mark II, at Rikyo University, Tokyo. The results obtained are given in Table 2, and a dendrogram based on the results of the cluster analysis is shown in Figure 4. The samples SAHJ-3,4,7,8 and 9 appear to have been produced locally in Yemen. SAHJ-5 typologically can be linked to ceramics produced on Soqotra island, Yemen. Samples SAHJ-6,10,11,12 and 13 do not belong to the same group and were possibly not produced in Yemen. It is not clear whether SAHJ-1 and 2 were made in Yemen or not.

The results of X-ray diffraction of the ceramic fabric are given in Table 3. Mullite was found in SAHJ-11,12 and 13 indicating a higher firing temperature.

Chemical composition of the glazes determined by X-ray fluorescence analysis are given in Table 4. They are all alkali-lime glazes except for SAHJ-3. SAHJ-5,6,7,8 and 9, which are unglazed earthenware. The glaze of SAHJ-3 contains a large amount of lead and tin, and

¹⁾ Professor, Department of Archaeology, University of Kanazawa, Kanazawa

²⁾ Conservation Laboratory, Nara National Research Institute for Cultural Property, Nara

³⁾ Associate Professor, Department of Chemistry, Tokyo Gakugei University, Tokyo

⁴⁾ Professor, Muroran Institute of Technology, Muroran

⁵⁾ Professor Emeritus, Nagoya University, Nagoya

⁶⁾ Research Fellow of the Ancient Orient Museum, Tokyo

X-ray diffraction of the glazes showed the presence of $PbSnO_3$, which calculated from the PbO content is about 74%. Yellow glazes containing a large amount of $PbSnO_3$ were also found in the sherds from A'Ali and Julfar sites, SAA-2 and SAJ-5, but the lead isotope ratios of those three glazes do not match, indicating different sources of lead. The lead isotope ratios of the glazes, SAHJ-1,2,3 and 4 are given in Table 5. All those ratios do not match with the data of the Iranian ores and bronze objects, reported by Brill et al. Two examples of lead isotope ratios from glazes collected at sites along the Red Sea coast in Yemen were reported by Mason et al., but this data do not match with the lead isotope ratios from Hairidj, and this suggests different sources of lead ores.

I. 研究目的

本論は、イエメン東南部のインド洋岸に位置するイスラーム時代の港湾都市遺跡、ヘイリッジ採集陶磁器片に含まれる微量元素などを測定した科学的研究の報告である。ヘイリッジ遺跡は、イエメン最大のワジ・ハドゥラマウトがインド洋に注ぐ海岸部にあり、サイフットの旧市と推定できる。ここで使用した資料は、ロシア人考古学者達とともにドイツ人考古学者Dr. B. Vogtが採集したものである。その際の遺跡の観察は報告されている[Vogt, B. 1993]。分析資料として用いた陶磁器は、イエメン考古局長の許可を得て、佐々木に寄贈された採集品の一部である。アラビア半島インド洋沿岸地域の貿易港遺跡から出土する代表的な考古学資料である陶磁器は、産地や時代に関して不明瞭な資料が多い。文献目録に掲げたように比較する分析資料の数もまだ限られているため[Sasaki, Ninomiya, Koezuka, Yamasaki他 1992, 93, 94, Mason他 1988, 89, 92]、分析から結論を出すことよりも、基礎的研究資料の調査と紹介が本稿の主目的である。

II. 遺跡の概要

1993年11月、佐々木はイエメン考古局の許可を得て、イエメン国内のインド洋沿岸に沿うイスラーム時代の遺跡を訪れた[佐々木 1994]。そのうちの一つヘイリッジ遺跡は現在の寒村サイフットの西方5kmの海岸に位置する。北西方向からワジ・ハドゥラマウトが南側のアラビア海に注ぐ部分の西側である。南が海、東がワジで、ワジの幅は300mほどである。海岸は平坦で、ワジに近い部分から細長く西方に400mほど小台地が張り出す。台地の幅は50-100mほどで、しだいに西ほど低くなる。家々の壁基礎の小さな丸石が表面に現れているため、石積壁住居が東西方向に道路に沿って何列か並んでいたことがわかる。住居のある台地の北は数十m幅の凹みとなり、その北は山際まで続く台地となり、広大な墓域がある。墓域は住居に近い部分、長さ100mほどに広がる。さらにワジに沿って幅50-100mほどで、山の方向に長く延びる。2kmほど住居から離れた部分に文字を刻んだ平石が立つ墓がある。3基だけに文字が刻まれている。他の墓には文字を刻んだ石はないようで、平石は立っていない。ワジの丸石を並べただけの墓が大部分を占めている。表面に落ちている遺物は少ない。16世紀の中国染付が主なものである。青磁は僅かしかない。土器片はほとんど見えない。イスラーム施釉陶器やガラス容器片、ガラスバングルも少ない。短期間だけの居住地であったのか、あるいは、すでに表面の遺物が採集されてしまったのかもしれない。自然の台地の傾斜のままの地形のようで、風で土砂が吹き飛んだためか、建物崩壊土が厚く堆積したような状態は見えない。

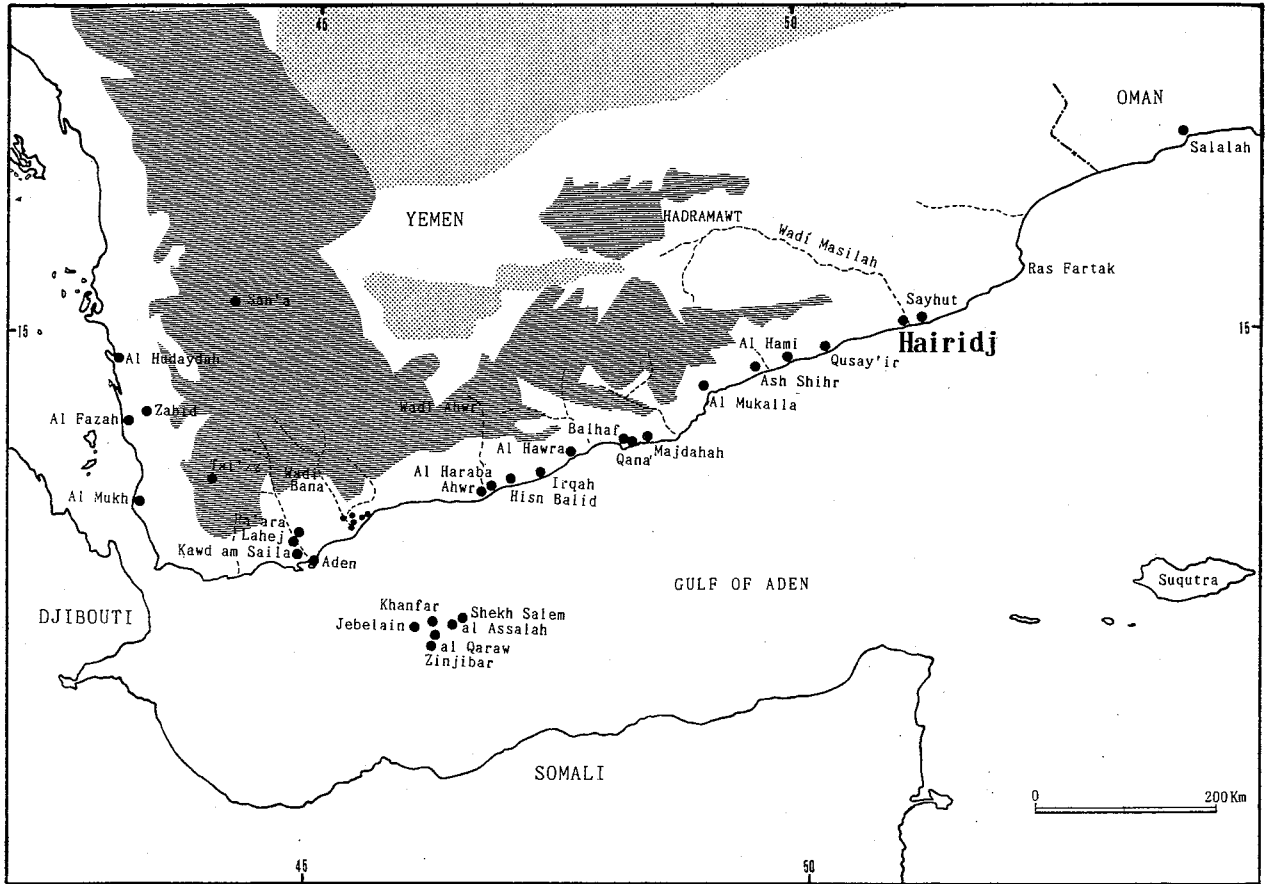


Figure 1 The Location of Hairidj and other Islamic Archaeological Sites

III. 分析資料

分析に用いた資料を紹介する。産地と年代については推定であり、今後の研究によって変更されることが予想される。実測図と写真の番号は同じ番号である。括弧内にホクト氏の報告番号を示す。

SAHJ1 (V-1) 青緑釉陶器鉢・イラン/イエメン?。16世紀?。口径26.0cm。口縁部の内側に段が一つある一般的な形態の鉢である。内面全面と外面の口縁部まで緑釉が施されている。文様はなく、釉面には紫色の斑点が滲む。釉色はムラが多く、釉面には細かな気泡が見え、大きな貫入が入る。素地は細かな粘土を用いているが、割れ口部は隙間が多い。素地の色は黄色であるが、わずかにピンク色がかかる部分もある。口縁部に補修孔が一つ残る。

SAHJ2 (V-3) 青緑釉陶器瓶・イラン/イエメン?。16世紀?。口径12.2cm。口縁部の小片であり、残存部の全面に青緑色釉が施される。無文様である。素地は細かな粘土の赤褐色であるが、小さい白い粒が僅かに混じる。

SAHJ3 (V-4) 黄釉下紫褐色彩画陶器鉢・イエメン。15-16世紀?。口径20.6cm。内面全面と外面の口縁部まで黄釉が施されているようである。内面には紫褐色の文様が釉下に描かれるが、釉の剝離が著しく、文様の種類は不明瞭である。細い線が縦方向に描かれるので、区画文のようにも見える。素地は細かな粘土の赤褐色であったと思うが、現状は煤けたためか、黒褐色になった部分が多い。

SAHJ4 (V-5) 黄緑釉下褐色彩画陶器陶器鉢・イエメン。15-16世紀?。口径28cm。内面と外面の腰部まで黄緑釉が施されているようである。内外面ともに紫褐色の文様が釉下に描かれる。文字文のようである。素地は細かな粘土の赤褐色で、小さい雲母のような輝く粒と僅かな石英粒が混じる。

SAHJ5 (V-65) 刻線・突刺文土器壺・イエメン・ソコトラ島?。15-16世紀?。口径8cm。口縁部から腰部まで残る小壺である。口縁部から胴部上部に、刻線文と突刺文が施される。上から斜線、2本の波線、斜線、丸い突き刺し文、さらに斜線、山形線と斜線である。波線、小穴、ジグザグ線の間細く短い斜線を施した文様である。胴部全面に器面を調整した刷毛目状の浅く細かな線が斜め横方向に残る。素地は粗く、かなり多くの石英粒が混じる。表面は赤褐色部分もあるが、全体に黒色である。

SAHJ6 (V-63) 無文土器壺・イラン/イエメン?。15-16世紀?。口径18.6cm。口縁部から頸部が残る壺である。文様はない。頸部が外反し、口縁部端部はやや帯状になり、下方に摘み出されたような形になる。素地は粗く、かなり多くの石英粒や小石が混じる。表面は灰色部分もあるが、全体に黒色であり、表面の剝離が著しい。

SAHJ7 (V-58) 無文土器耳付碗・イエメン。15-16世紀?。口径10cm。底部の一部が欠けるが、ほぼ全形がわかる耳付碗である。文様はない。碗の胴部に耳が付く。片耳か両耳か不明。素地はHJ6と同じ様で、粗く、かなり多くの石英粒や小石が混じる。耳部や底部は熱で灰黒色に変色している。

SAHJ8 (V-51) 型押文土器壺・イエメン。15-16世紀?。口径18cm。直立する頸部と型部の境に四角形の文様が一行に型押しされる。四角の中に一本の筋が入る。素地は明るい赤褐色に発色する。表面は少し磨かれており細やかに見えるが、素地内部は筋状や粒状の混じり物が多い。HJ6,7とは異なる粘土である。

SAHJ9 (V-59?) 無文土器鉢・イエメン。15-16世紀?。口径35.6cm。やや内傾する口縁部の端部はわずかに厚くなる。素地は、表面は黄茶色であるが、内部は灰黒色である。混じり物は少なく、HJ6,7,8とは異なる粘土である。

SAHJ10 (V-56) 彩文土器鉢・アラビア半島/イエメン?。15-16世紀?。口径18.0cm。内湾する口縁部をもつ鉢である。内側口縁部から、赤褐色の彩文が筋状に描かれる。残片のなかでは、一本の線だけが2cmほどの長さであるが、他は数ミリ程度で短く、文様とも言えないほどである。素地は、外側表面は黄茶色、内側表面は淡紅色であるが、内部は灰色である。白い粒が混じる細かな粘土を用いており、他の土器と異なる素地である。

SAHJ11 (V-82) 染付碗・イラン?。15-16世紀?。碗の胴部片である。外側表面には蓮文らしい絵柄が見える。内側表面には口縁部に近い部分に染付圏線と推定できる部分がわずかに残る。素地は、硬く焼き締まった淡い紅色であり、白色ではない。釉は二層に分かれる。下層は白化粧土かもしれないが、釉と同じ状態である。コバルトによる絵付は下層上になされ、上層に青色が滲んでいる。釉は0.8-1mmと厚く、白濁しており、両面ともに全面に貫入が入る。

SAHJ12 (V-85) 緑褐釉壺。16-17世紀?。産地が不明の壺の胴部小片であり、実測図はない。外面に緑褐色の釉が薄くかかる。釉面には大小の鉄斑が見られるが、これは素地の中から滲みだしたものであろう。素地の内外面に整形時の凹凸が多く残り、厚さは薄く、2-5mmと変化する。灰色で、多くの小さな黒粒のなかに白い粒も混じる。

SAHJ13 黒釉壺・東南アジア。16-17世紀?。壺の肩部に近い胴部片である。外面に黒色の釉が薄くかかる。釉の表面には気泡の潰れた痕跡が多く残る。素地の内面に近い部分は赤褐色であるが、他の部分は熱のために暗赤褐色となり、黒粒と白粒がわずかだが混じる。素地は厚いので、大型の壺であろう。

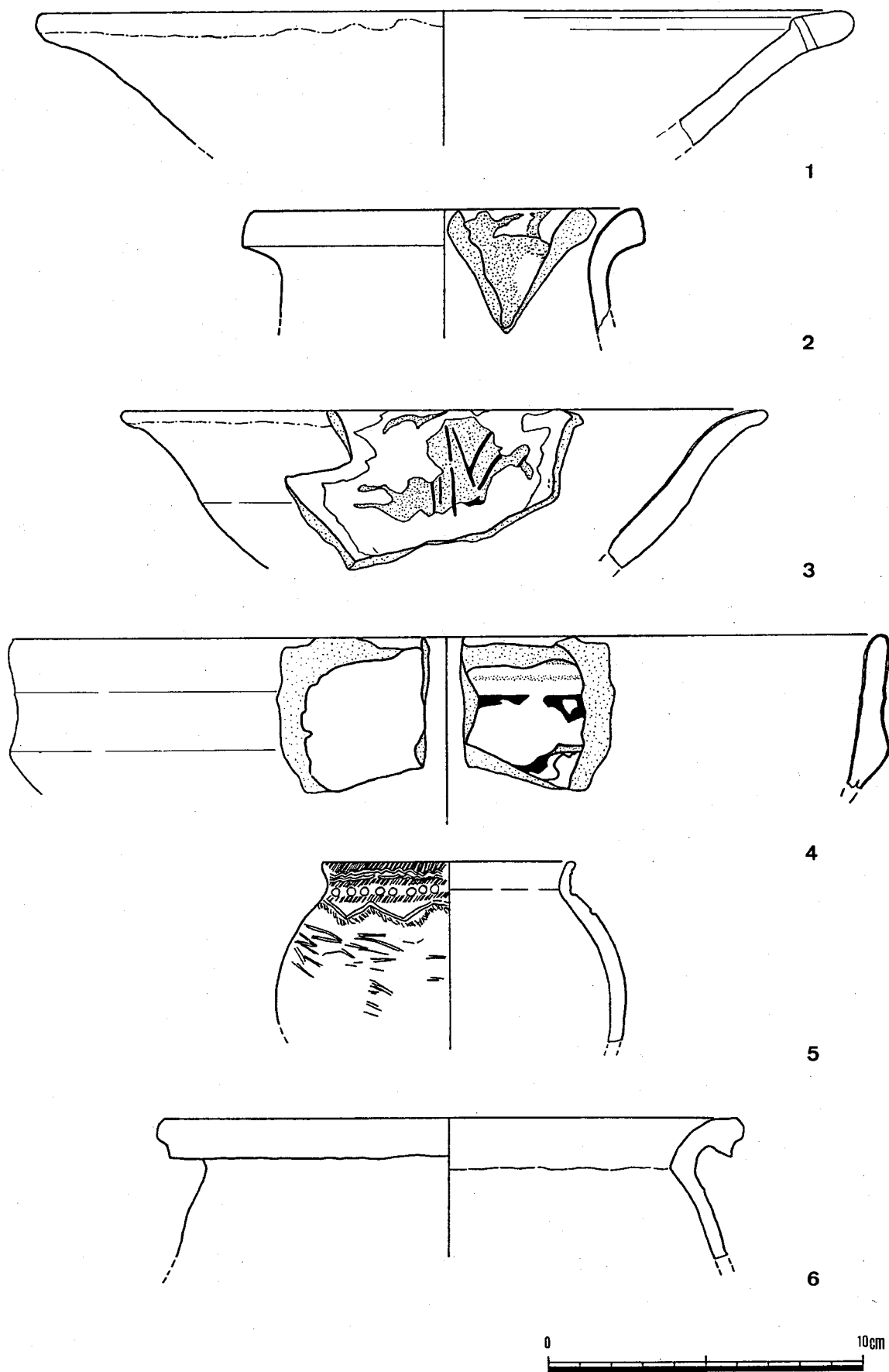


Figure 2 Samples for Analysis from Hairidj, Yemen

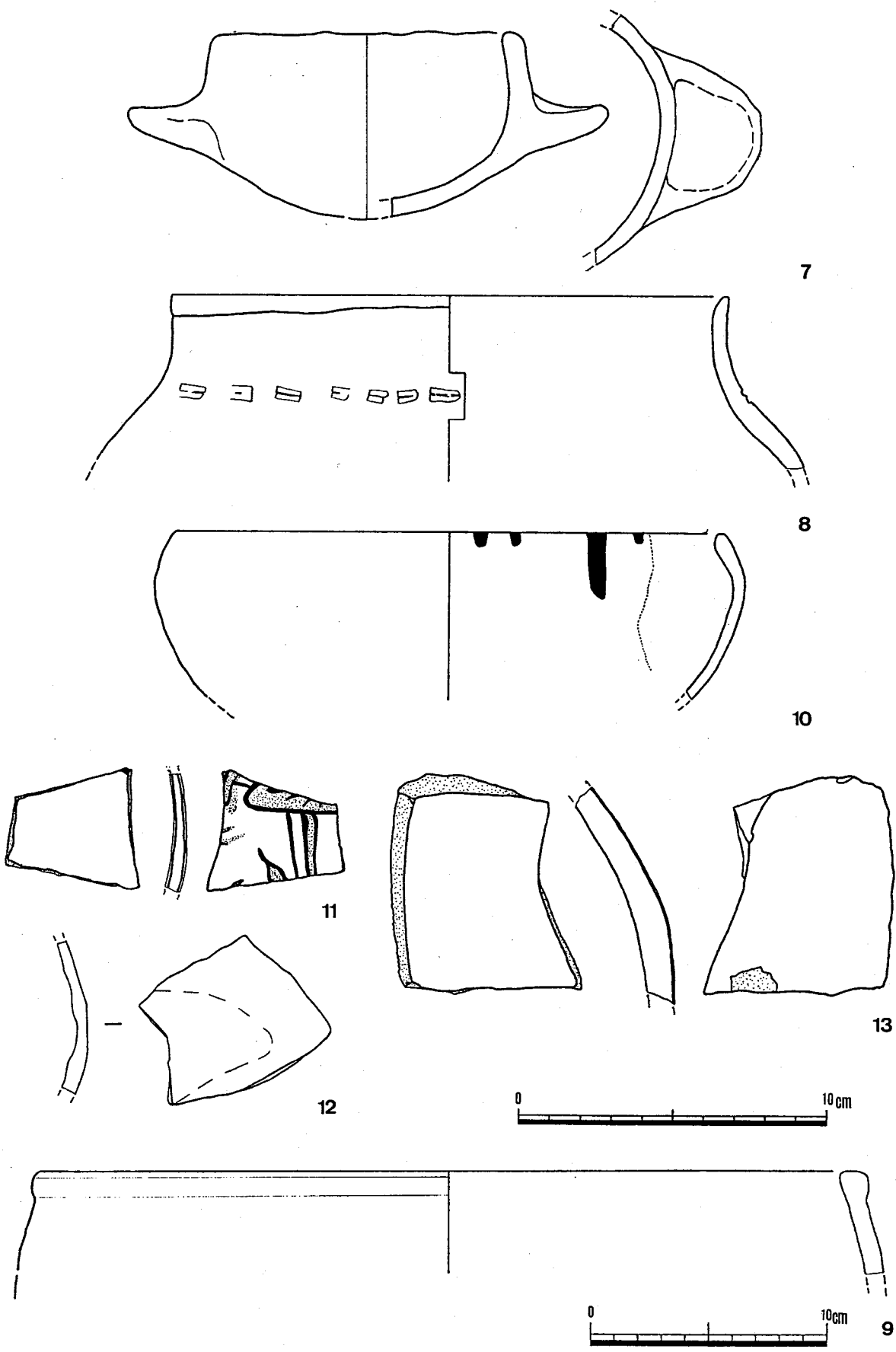


Figure 3 Samples for Analysis from Hairidj, Yemen

Table 1 Analyzed samples from Hairidj

SAHJ1	Blue/green glazed ware, large bowl. Mouth diameter 26.0cm. Iran/Yemen?. 16th century?. Yellow fabric.
SAHJ2	Blue/green glazed ware, vase. Mouth diameter 12.2cm. Iran/Yemen?. 16th century?. Red fabric with small white inclusion.
SAHJ3	Purple+brown painted ware under yellow glaze, large bowl. Mouth diameter 20.6cm. Yemen. 15-16th century?. Red fabric.
SAHJ4	Brown painted ware under yellow/green glaze, large bowl. Mouth diameter 28cm. Yemen. 15-16th century?. Red fabric with biotite and quartz inclusions.
SAHJ5	Incised and pointed earthenware, jar. Mouth diameter 8cm. Yemen, Soqatra. 15-16th century?. Black/red brown fabric with a lot of quartz inclusion.
SAHJ6	Earthenware, jar. Mouth diameter 18.6cm. Iran/Yemen?. 15-16th century. Coarse black/gray fabric with many quartz and small stone inclusions.
SAHJ7	Earthenware, bowl with handles. Mouth diameter 10cm. 15-16th century?. Yemen. Coarse black/gray fabric with many quartz and small stone inclusions.
SAHJ8	Moulded earthenware, jar. Mouth diameter 18cm. Yemen. 15-16th century?. Red/brown fabric with many inclusions.
SAHJ9	Earthenware, large bowl. Mouth diameter 35.6cm. Yemen. 15-16th century?. Yellow/brown+gray/black fabric.
SAHJ10	Red/brown painted earthenware, large bowl. Mouth diameter 18.0cm. Arabian Peninsula/Yemen?. 15-16th century?. Yellow/brown+pale pink+gray fabric with white inclusion.
SAHJ11	Blue & white, bowl. Iran?. 15-16th century?. Pale pink fabric.
SAHJ12	Green/brown glazed ware, jar. Islam?. 16-17th century?. Gray fabric with many black and white inclusions.
SAHJ13	Black glazed ware, jar. South-east Asia. 16-17th century?. Red/brown fabric with black and white inclusions.

IV. 素地の放射化分析による微量元素の定量

素地の微量元素を機器中性子放射化分析法 (Instrumental Neutron Activation Analysis) により定量した。その結果は表2に示している。その数値をクラスター分析した結果は図4に示した。

SAHJ3, 4は類似度が高い黄釉下彩陶器で、イエメンの同じ産地の製品であろう。SAHJ1, 2は産地がイランかイエメンかを知る手掛かりを得たいと考えていたが、まだはっきりしない。SAHJ6は土器であるが、イエメン産でない可能性があるから、類似のSAHJ2もイエメン産でない可能性がある。SAHJ7, 8および9は比較的類似し、イエメン産であろう。この他、イエメンのソコトラ島産と形態から推定できるSAHJ5は他の土器と遠い。SAHJ10, 11, 12, 13はアラビア半島のイエメン産と遠く離れ、イエメン産でないことを示していると判断できる。SAHJ11, 12は他と比べた場合に比較的近いが、形態から推定する産地は異なり、検討を続ける必要がある資料である。

ヘイリッジ遺跡出土品とジュルファル遺跡出土品を一緒にクラスター分析してみた。ヘイリッジ遺跡出土品に近いジュルファル遺跡出土品を挙げると、SAHJ1とSAJ37、SAHJ2とSAJ36、SAHJ8とSAJ11、SAHJ10とSAJ53である。SAHJ10は形態観察からヘイリッジ遺跡出土品のなかに類似品を見いだせないもので、アラビア半島産と推定できるが産地は確定できなかった。ジュルファル遺跡出土品

のなかでも類似品の少ないSAJ53と近いことが判明した。また、SAJ11はジュルファル遺跡出土品のなかでも類似品が少ないもので、アラビア湾沿岸地域の製品でないことは明らかだった。東アフリカではないかと推定していたが、SAHJ8と近く、SAHJ8はSAHJ7と近く、イエメン産であろうと推定できるので、SAJ11はイエメン産であることがほぼ推定できるようになった。

青緑釉陶器鉢はアラビア湾、オマーン湾、アデン湾などのアラビア半島沿岸地域で一般的に使用された製品である。その産地は不明瞭であるが、イランのケルマン地域ではないかと推定していた。しかし、推定の根拠は曖昧であった。SAHJ1とSAJ37、SAHJ2とSAJ36が近いという結果と、SAHJ2,6,1が近いという結果を合わせて考えると、これらの産地はイランかイエメンかのどちらかである可能性が大きい、どちらかとはまだ決められない。ただし、ジュルファル遺跡から大量に出土するという状況から考えれば、イラン産の可能性が大きい。

Table 2 Trace Elements determined by INAA in the fabrics from Hairidj
(ppm except for Na and Fe expressed in %)

Sample	Na(%)	Fe(%)	Rb	Cs	La	Ce	Sm	Eu	Lu	Th	Hf	Co	Sc
SAHJ-01	2.33	4.77	60	5.5	34	59	5.4	1.4	0.3	12	5.9	22	18
SAHJ-02	1.73	5.82	130	6.9	43	67	7.2	1.4	0.4	14	5.3	26	22
SAHJ-03	1.78	6.94	70	2.1	48	87	9.2	2.2	0.4	8.6	7.8	29	23
SAHJ-04	1.41	6.22	80	2.6	51	83	9.2	2.4	0.4	8.0	8.4	32	22
SAHJ-05	0.94	3.45	70	4.2	23	46	7.6	1.3	1.5	10	22	4.8	8.5
SAHJ-06	1.47	5.81	70	4.7	32	51	6.3	1.5	0.3	9.3	5.8	28	20
SAHJ-07	1.09	6.05	60	7.4	49	84	7.7	1.8	0.5	13	6.1	19	27
SAHJ-08	1.17	4.27	60	9.5	57	97	8.8	1.7	0.6	15	8.4	12	28
SAHJ-09	1.21	3.96	50	9.5	41	61	6.6	1.4	0.5	10	4.4	13	21
SAHJ-10	1.63	3.16	70	3.7	20	36	3.8	0.80	0.3	6.8	4.6	11	15
SAHJ-11	0.33	1.27	210	4.9	110	120	17	2.4	0.9	46	5.6	7.7	8.3
SAHJ-12	0.59	2.78	210	5.9	92	140	14	1.9	1.0	37	7.0	12	15
SAHJ-13	0.58	4.99	100	12	62	80	9.2	1.3	0.6	27	9.2	4.5	19

SAHJ3 SAHJ4 SAHJ2 SAHJ6 SAHJ1 SAHJ7 SAHJ8 SAHJ9 SAHJ13 SAHJ10 SAHJ5 SAHJ11 SAHJ12

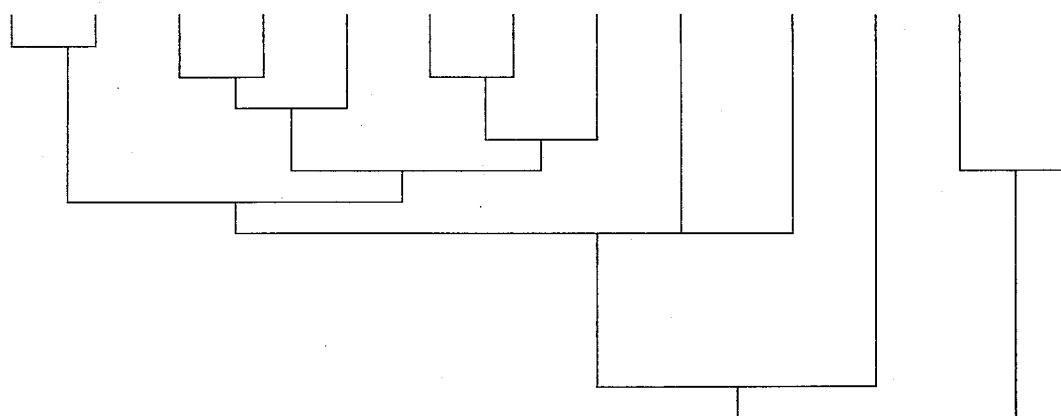


Figure 4 Cluster analysis of Ceramic Fabrics from Hairidj

V. 素地の X 線回折

素地の鉱物組成を調べるために X 線回折を行った。その成果は表3に示したとおりである。

石英はすべてに含まれている。ムライトはSAHJ11-13だけに生成されており、焼成温度が高いことがわかる。灰長石はSAHJ1~4,9に多く、6,7にもある。5に含まれるのは斜長石である。8,10~13には灰長石がない。輝石は1~4,7,9,10にあり、5,8,11~13にはない。形態からイエメン産と推定できるものが多いが、素地からイランや他の産地のものとを区別することは難しい。長石と輝石は同時に存在することが多いが、5,6では輝石がなく、10では灰長石がない。11~13は長石も輝石もともにない。

SAHJ11は形態からイラン産と推定できるが、ムライトが生成し、灰長石も輝石もなく、西アジア産と類似しない分析結果がでていいる。しかし、景德鎮や竜泉の微量成分と比較すると異なる。

素地の回折の結果からみると、SAHJ1,2,3,4,7,9は石英の地に灰長石anorthite、輝石augiteを含み、ジュルファル遺跡出土品SAJ3,4に近いので、機器中性子放射化分析の結果を比較した。SAHJ3,4,7,9は少し違うが、SAHJ1,2はSAJ3,4に近く、同じ産地と推定することが可能である。SAHJ5は斜長石を含む点でSAJ8に近いが、微量成分は異なるから、同一産地とは考えにくい。

Table 3 Analytical results of fabrics from Hairidj by X-ray diffraction

Sample	Quartz 石英	Mullite ムライト	Anorthite 灰長石	Plagioclase 斜長石	Augite 輝石	Gypsum 石膏
SAHJ-01	○		++		++	
SAHJ-02	○		++		+	
SAHJ-03	○		+++		+	
SAHJ-04	○				+	
SAHJ-05	○			+	-	
SAHJ-06	○		+		-	
SAHJ-07	○		+		+	
SAHJ-08	○		-		-	
SAHJ-09	○		++		++	○
SAHJ-10	○		-		++	
SAHJ-11	○	++	-		-	
SAHJ-12	○	+	-		-	
SAHJ-13	○	+	-		-	

VI. 釉の蛍光 X 線分析

釉の化学組成を蛍光 X 線分析で定量した。使用した装置はトレックス640S、モリブデン管球で、20KV、4mA、測定時間は500秒である。その結果は表4に示したとおりである。SAHJ11は白釉部分と紺色部分の2箇所を測定した。なお、SAHJ5,6,7,8,9,10は無釉土器で、釉の測定値はない。

SAHJ3は多量のスズSnを含むが、カリウムKとスペクトル線が重なり定量できなかった。そのため、*印を付けた。しかし、この黄釉はスズ酸鉛 $PbSnO_3$ の X 線回折の線を示し、鉛の分析値44.1%から推定すると SnO_2 は30%、 K_2O は約10%となるから、スズ酸鉛 $PbSnO_3$ としては約74%であろう。黄釉の主成分はスズ酸鉛 $PbSnO_3$ である。この点はアリ遺跡出土のSAA2、ジュルファル遺跡出土のSAJ5の黄釉と同様である。

SAHJ3は鉛釉であるが、その他の釉はすべて石灰釉である。SAHJ11の白釉下に彩画された紺色の着色はコバルトとマンガンによるものである。SAHJ12の着色はマンガンと鉄、SAHJ13の着色は鉄による。

SAHJ1,2,4の青緑色は銅と鉄によるものであろう。

Table 4 Chemical compositions (%) of glazes from Hairidj

Sample Component	SAHJ1 青緑釉	SAHJ2 青緑釉	SAHJ3 黄釉	SAHJ4 黄緑釉	SAHJ11 白釉	SAHJ11 紺色	SAHJ12 緑褐釉	SAHJ13 黒釉
SiO ₂	65.4	64.3	10.8	66.6	64.0	63.3	41.2	43.4
Al ₂ O ₃	5.6	5.5	1.8	5.9	13.8	12.8	13.9	9.5
Fe ₂ O ₃	3.8	3.3	0.9	4.8	1.8	3.3	9.6	8.8
TiO ₂	0.7	0.7	0.2	1.0	0.2	0.2	1.3	0.7
CaO	10.3	5.7	1.3	7.6	11.3	8.8	17.5	22.9
MgO	1.1	1.0	0.5	2.0	1.5	1.3	4.9	1.5
MnO				0.2	0.5	4.3	2.8	0.07
Na ₂ O	2.0	1.8	0.1	-	0.3	0.3	0.3	0.3
K ₂ O	7.6	9.4	*	7.7	6.5	5.4	5.3	2.8
PbO	1.0	3.6	44.1	0.3		-		
SnO ₂			*					
CuO	2.0	3.8	-	2.1		-		
CoO						0.3		

VII. 釉の鉛同位体比測定

釉に鉛が含まれていることを蛍光X線分析で確かめたSAHJ1,2,3,4について、室蘭工大のFinnigan MAT 262質量分析計で鉛同位体比を測定した。測定誤差(標準偏差)2σはそれぞれ0.02%, 0.01%, 0.01%以下である。同位体比は次の表のようである。

Table 5 Lead isotope ratios of glazes from Hairidj

Sample	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁸ /Pb ²⁰⁶	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁶
SAHJ1	17.797	2.13728	0.88452
SAHJ2	17.929	2.12507	0.87554
SAHJ3	18.016	2.11833	0.86916
SAHJ4	18.084	2.09178	0.84352

The 2σ values for Pb²⁰⁶/Pb²⁰⁴, Pb²⁰⁸/Pb²⁰⁶, and Pb²⁰⁷/Pb²⁰⁶ are < 0.02%, < 0.01%, and < 0.01%, respectively.

イエメン産かイラン産かが問題になるSAHJ1は他の3点と少し離れるが、すでに発表したアリ遺跡出土品8点の測定値[SASAKI et al.1994]とはかなり違いがある。アリ遺跡出土品は多くが9-10世紀のイラク産であるが、釉に用いた鉛をどこから運んだかは不明瞭である。また、そこで示したR.H.Brill提供のイランのデータ[SASAKI et al. 1994 Fig.4]と比較しても、SAHJ2,3,4は遠く離れているから、イランの鉛を使った可能性は非常に少ない。しかし、SAHJ1はイランの鉞山のデータに近いといいたくいが、イランの可能性がまったく無いともいえない。

SAHJ3と同じようにスズ酸鉛を主成分とする黄釉のアリ遺跡出土SAA2、ジュルファル遺跡出土SAJ5の数値は次の表6のようであった。この2点は相互に類似しているが、SAHJ3と比較すると、鉛同位体比は一致しない。アリ遺跡出土品とジュルファル遺跡出土品は、イエメン出土品と異なる産地の鉛を使用していると推定できる。

Table 6 Lead isotope ratios of yellow glazes from A'Ali and Julfar

Sample	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁸ /Pb ²⁰⁶	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁶
SAA2	18.839	2.07256	0.83361
SAJ5	18.718	2.07339	0.83575

The 2σ values for Pb²⁰⁶/Pb²⁰⁴, Pb²⁰⁸/Pb²⁰⁶, and Pb²⁰⁷/Pb²⁰⁶ are < 0.02%, < 0.01%, and < 0.01%, respectively.

イエメン陶器2点を含めたイスラーム陶器8点の釉と、イスラーム各地の鉱山の鉛同位体比の比較がメイソンらによって発表された[Mason et al.1992]。そこで図示された同位体比の図の中に今回の測定値を当てはめてみると、SAHJ1はネジドNEJD、SAHJ2,3はヘジャズHEJAZの方鉛鉱に比較的近く、鉱山のあった地域を推定できる可能性がある。ネジドはアラビア半島の中央部のリヤドなどのある地域であり、ヘジャズはアラビア半島の紅海側でメジナなどのある地域である。これらの地域で採掘された鉛がアラビア海沿岸まで運搬されて陶器生産に利用されたと推測するのが妥当なところであろう。SAHJ1,2,3とは遠いものはマグレブ、エジプト、トルコ、コーカサス、イラン、中央アジアの方鉛鉱であり、そうした地域から運ばれた可能性は非常に薄い。SAHJ4はトルコ、中央アジア、コーカサス、マグレブの方鉛鉱のいずれにも近いといえる位置にあり、鉛産地推定の手掛かりがない。なお、メイソンらの測定した8点の陶器の釉の鉛同位体比は測定値が掲載されているが、その他は文献値の引用であり、数値は引用されていない。

メイソンらがイエメンの紅海沿岸ティハマTihama産と推定した陶器の鉛同位体比は、SAHJ1,2,3,4のいずれとも離れており、SAHJ1,2,3,4はイエメンのティハマで作られたものではないと推定できる。

VIII. 討論と結論

イエメンの遺跡から出土する陶磁器の科学的な分析例は非常に少ない。わずかな例のデータも数値が示されていないため、本稿で提出した分析値と比較できるような資料がほとんどない。そのため、それぞれの資料の特徴を調べて報告することが、本稿の主目的になった。

青緑釉陶器の産地は考古学的情報によっても不明瞭な点が多い。アラビア湾沿岸やアデン湾沿岸の遺跡ばかりでなく、オマーンの中世遺跡からもよく似た製品がしばしば発見される。各地の遺跡から数多く発見される青緑釉陶器は、技術交流や交易を考えるうえで扱いやすい資料になるから、その産地を明らかにすることは重要である。これまでの発掘例から推測するとイラン産の可能性が高いのだが、広い地域に広がることから各地で類似の製品が作られたのではないかという疑問をもっている。イランとイエメンのどちらの可能性が高いかは、現在のところ分析値からは判断することができない。しかし、ヘリッジ遺跡出土の青緑釉陶器とジュルファル遺跡出土の青緑釉陶器の素地が類似するという結果は、同じ産地の製品であることを推測させる。また、釉中の鉛同位体比からは用いた鉛の産地がイランではなくアラビア半島にあったと推定できる。比較資料はまだ少ないが、鉛はネジドやヘジャズなどのアラビア半島内の産地に近いことが推定できた。しかし、イエメン産の鉛のデータが増加すれば、より近い地域の鉛を使用したことが判明するかもしれない。なお、西アジア地域には各地に鉛鉱山があったが、必ずしも近くの鉱山の鉛を陶器生産に用いたとは限らない。その背景には発達した交易路の存在がある。さらに、鉛を混ぜて塊にした後に他地域に運んだり、鉛を多く含む製品を溶解して新たに塊を作ったりしたとすれば、同位体比の数値を比較することに障害となる。ただ、このことは考古学的に分類した資料の分析例を増加させることで解決できるであろう。

アラビア湾沿岸出土品とアデン湾沿岸出土品の比較から、不明瞭であった土器の産地がより狭い範囲で推定できるようになった。例えば、口縁部に帯状に刺突ないし型押を施した土器である。ジュルファル遺跡出土品のなかでも類似品が少なく、アラビア湾沿岸地域の製品でないことは明らかであり、東アフリカの製品かと推定していたSAJ11が、イエメンの土器群に分類可能なSAHJ8と近い結果が得られたのである。また、SAHJ10は形態観察からヘリリッジ遺跡出土品のなかに類似品を見いだせないものであった。イエメン産ではないと推定できるのだが、ジュルファル遺跡出土品のなかでも類似品の少ないSAJ53と近いことが判明した。不明瞭な点が多く残される土器の産地を特定する研究はさらに続けなければならない。

分析した資料のすべてに石英は含まれ、高い焼成温度で生まれるムライトはSAHJ11~13だけにあった。灰長石や斜長石、輝石などの存在だけから産地を推定することは難しいが、比較する資料を選ぶ際の一つの要素になり、他の分析結果と合わせると有意義であった。SAHJ3の黄釉がスズ酸鉛 $PbSnO_3$ であることが確かめられ、ジュルファル遺跡やアリ遺跡の出土品と鉛同位体比が一致しないので産地が異なることも推定できた。このSAHJ3だけが鉛釉で、他の釉はすべて石灰釉である。釉色の発色の原因となる元素も確かめることができた。

今回の分析資料は形態の特徴からおよその産地推定をすることができる。そうした特徴を裏付ける科学的属性が分析値からも判断できるという見通しをもつことができた。今後、これから発表されるであろう同様の資料の分析値と比較して、歴史的な特徴をさらに明らかにしていきたい。

謝意 分析資料の入手に尽力した Dr.B.Vogt、分析許可を授与された Prof.Dr.M.A.Bafaqif, President of the General Organization of Antiquities & Museums, Yemen、英文を修正された Dr.Nicole Coolidge Rousmaniere, School of World Art Studies and Museology, University of East Angliaに感謝。

REFERENCES

Mason, R.B., and Keall, E.J.

1988 Provenance of local ceramic industry and the characterization of imports: petrography of pottery from medieval Yemen, *Antiquity*, 62: 452-463

Mason, R.B., and Keall, E.J.

1988 Islamic ceramics: petrography and provenance, *Proceedings of the 26th International Archaeometry Symposium: Toronto 1988*, 184-187

Mason, R.B., Hallett, J.R. and Keall, E.J.

1989 Provenance studies of Islamic pottery from Yemen: INAA and petrographic analysis, *Archaeometry: Proceedings of the 25th International Symposium*, Amsterdam, 543-550

Mason, R.B., Farquhar, R.M., and Smith, P.E.

1992 Lead-isotope analysis of Islamic glazes: an exploratory study, *Muqarnas*, IX: 67-71
佐々木達夫, 肥塚隆保, 二宮修治, 大沢真澄, 山崎一雄

1992 ペルシア湾岸出土の陶片の材質と産地, 『日本文化財科学会第9回大会研究発表要旨集』
日本文化財科学会; 18-19

Sasaki, T., Kozuka, T., Ninomiya, S., Osawa, M. and Yamasaki, K.

1992 Excavation of archaeological sites in Bahrain and United Arab Emirates and technical studies on the excavated sherds, in *Science and Technology of Ancient Ceramics; Proceedings of the International Symposium*, Shanghai research society of science and technology of ancient ceramics; 230-234

Sasaki, T., Uchida, T., Koezuka, T., Ninomiya, S., Osawa, M. and Yamasaki, K.

1993 Technical studies on the white-glazed sherds excavated from the archaeological site, A'Ali in Bahrain, *Proceedings of the Japan Academy*, 69 series B: 35-38

佐々木達夫, 内田哲男, 肥塚隆保, 二宮修治, 大沢真澄, 白幡浩志, 山崎一雄

1993 バハレイン島アール遺跡出土の白釉陶片の科学的研究, 『日本文化財科学会第10回大会研究発表要旨集』50-51

佐々木達夫

1993 イスラームの白釉は錫釉か『陶説』488: 15-19

佐々木達夫, 西田泰民, 富沢威, 小泉好延

1993 アラビア海沿岸出土陶磁器の元素分析 (Element analysis of ceramic fragments found from Arabian Sea coasts) 『東洋陶磁』20・21: 195-209

Sasaki, T., Shirahata H. and Yamasaki, K.

1994 Lead isotope ratios of the white glazes of the sherds excavated at A'Ali, an archaeological site in Bahrain, *Proceedings of the Japan Academy*, 70, Series B: 1-3.

Sasaki, T., Koezuka, T., Ninomiya, S., Aboshi, M., Osawa, M., Uchida, T., Sasaki, H. and Yamasaki, K.

1994 Technical studies on the ceramics excavated from Julfar in Ras Al-Khaimah, *Bulletin of Archaeology, The University of Kanazawa*, 21: 107-125

Sasaki, T., Uchida, T., Koezuka, T., Ninomiya, S., Shirahata, H., Sasaki, H. and Yamasaki, K.

1994 Technical studies on the white-glazed shards excavated from A'Ali in Bahrain, *Bulletin of Archaeology, The University of Kanazawa*, 21: 126-136

佐々木達夫

1994 アラビア半島アデン湾, オマーン湾のイスラーム遺跡踏査『ラーフィダーン』15: 136-141

Vogt, B.

1993 A Lost late Islamic port on the south Arabian coast, *Bulletin of Archaeology, The University of Kanazawa*, 21: 137-158

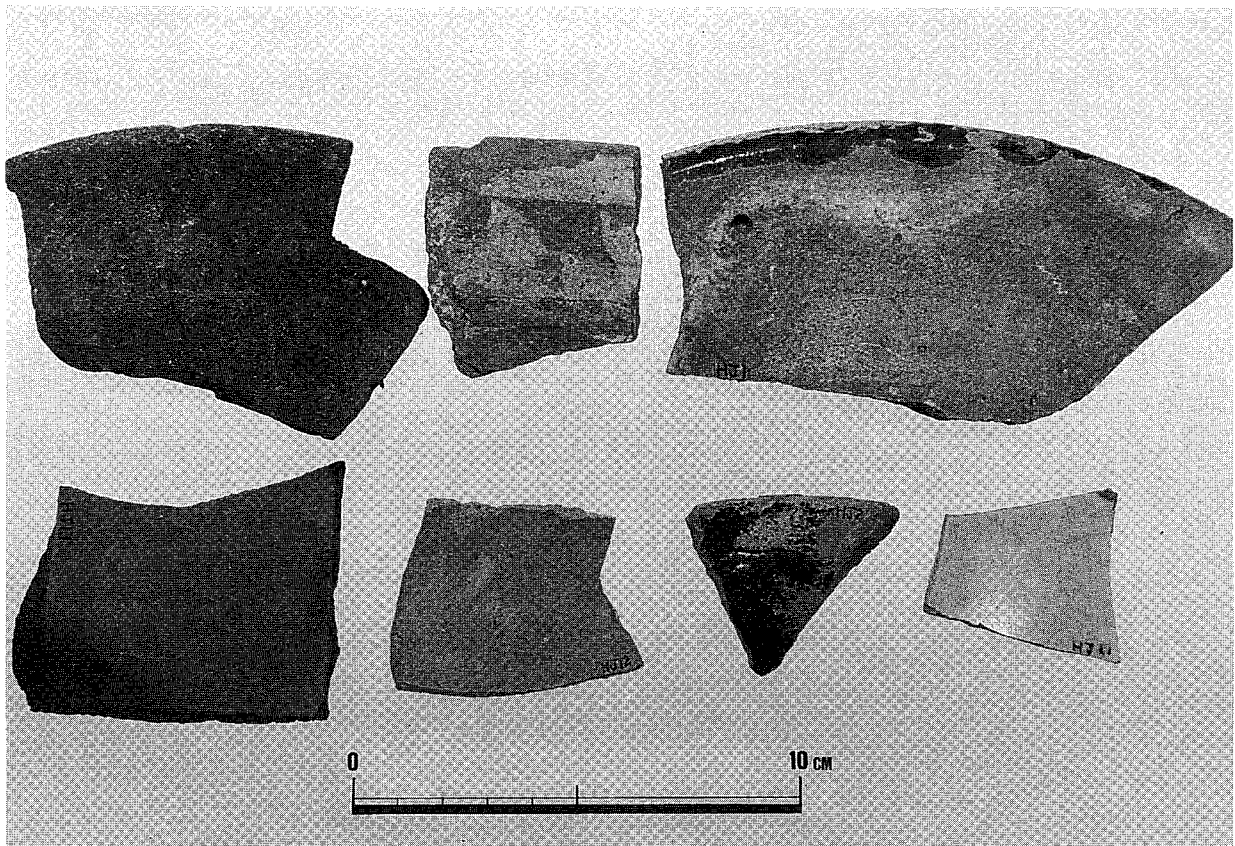
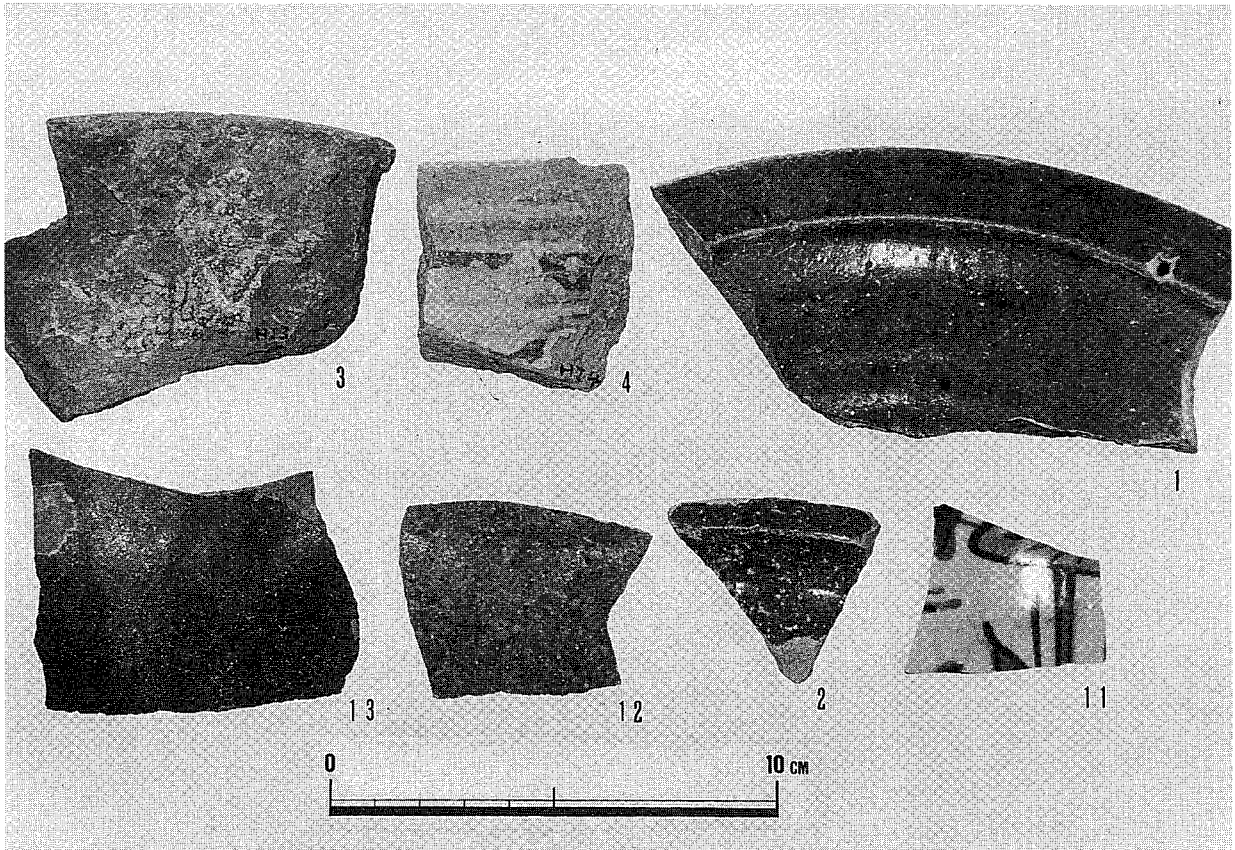


Plate 1 Samples for Analysis from Hairidj, Yemen

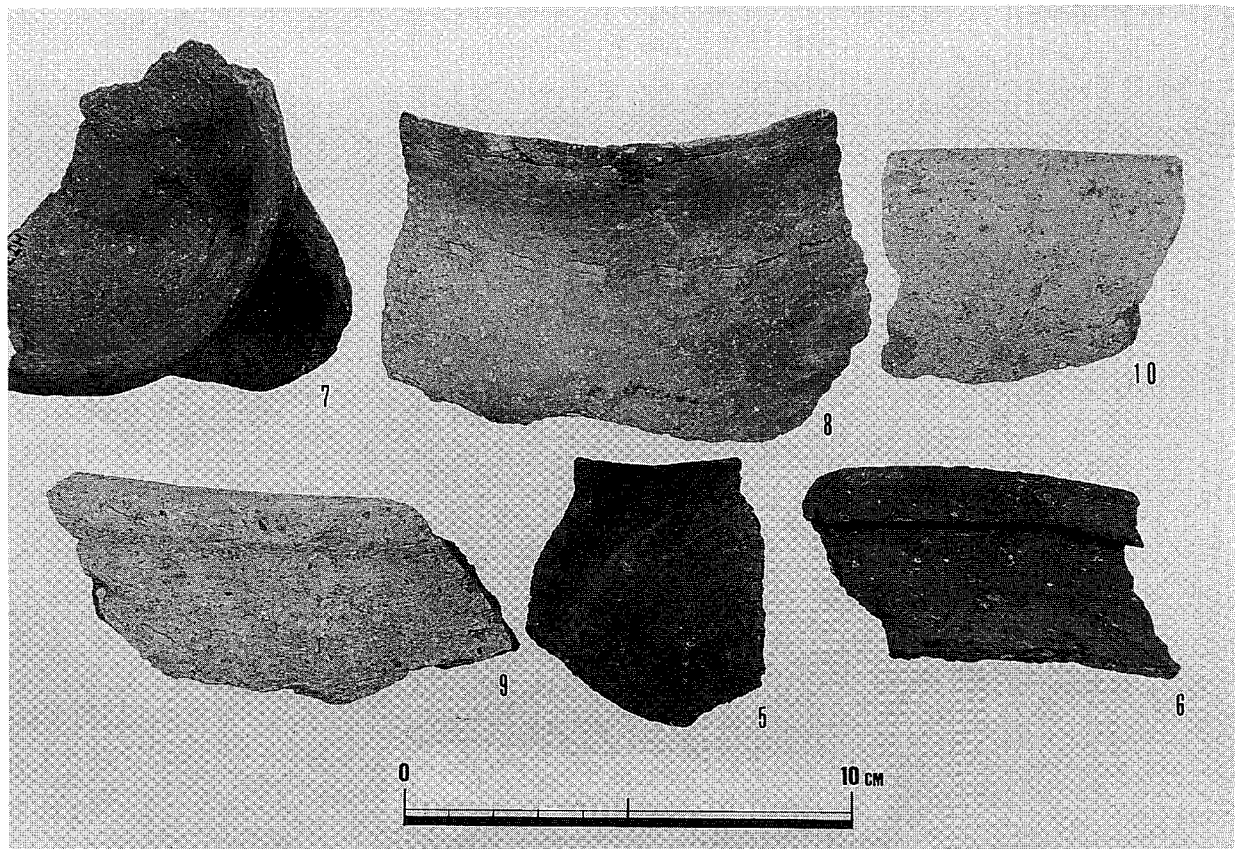


Plate 2 Samples for Analysis from Hairidj, Yemen

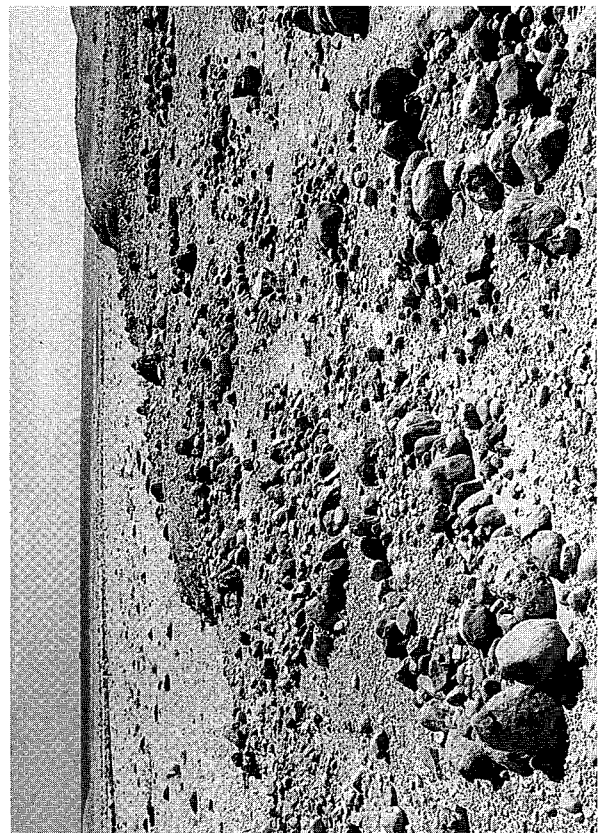
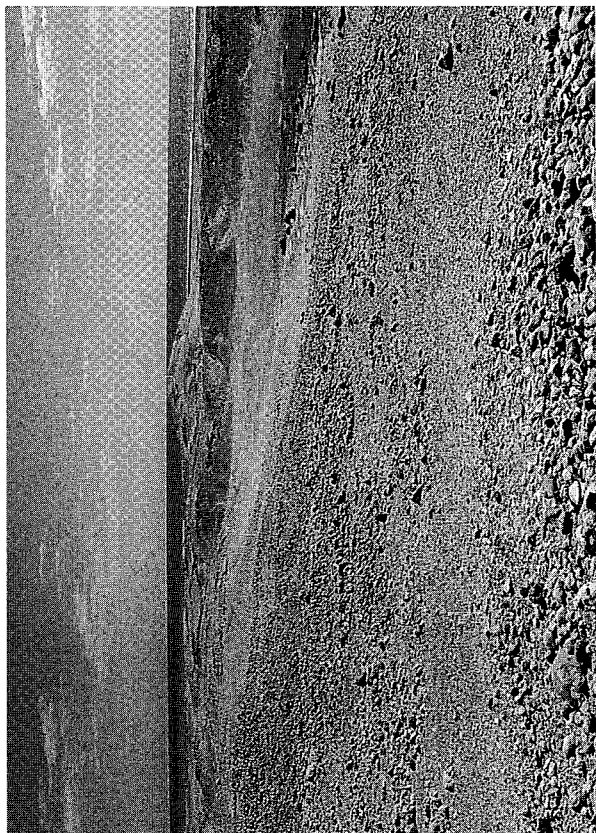


Plate 3 View of Hairidj, Yemen