

第2節 日本・ベトナム出土のベトナム焼締陶器の放射化分析

大沢 眞澄・二宮 修治

1 はじめに

ベトナム中部のホイアンの遺跡から、16世紀末から17世紀代のベトナム陶器が大量に出土している。これらの陶器は、ホイアン周辺やフエ周辺にある窯跡で焼成されたと考えられている。

一方、長崎市や堺市、大阪市、京都市内の各遺跡から16世紀末から17世紀前半のベトナム陶器の出土が報告されている。これらの陶器は、ホイアン出土の陶器と器形や胎土などの共通性が認められる。

本研究では、消費地としてベトナム、ホイアンと日本国内の各遺跡から出土した陶器、さらに、生産地としてホイアン周辺やフエ周辺の窯跡遺跡から採集した陶器片の胎土の化学分析を通して、生産地推定の観点からこれらの関係について追究した。各遺跡から出土した陶器片の識別・分類、さらに生産地推定については、これらに最も有効な方法のひとつである諸種微量成分元素存在量に基づく検討によりおこなった。諸種微量成分元素の定量には、機器中性子放射化分析をもちいた。放射化分析法は原子炉をもちい、放射能測定による最高感度の分析法である。

2 分析資料

本研究に供したベトナム国内の消費地遺跡出土および生産地（窯跡）採集陶器21片、日本国内の消費地遺跡出土陶器13片については、本章第1節を参照されたい。

ベトナム国内の陶器片資料21点の内訳は、消費地として、ホイアンのデイン・カムフォー地点出土4点、フエ・タインハー遺跡1点、ホイアン郊外タインチェム遺跡採集2点の合計7点である。生産地（窯跡）として、フエ・ミースェン遺跡採集5点、同・フックテック窯跡採集3点、クアンビン省ミークオン窯跡採集4点、クアンチ省フックリー窯跡採集2点の合計14点である。

日本国内の陶器片資料13点は、長崎市内の遺跡出土2点、堺環濠都市遺跡出土4点、京都市内の遺跡出土6点、平安京左京六条三坊七町遺跡出土1点である。京都市内遺跡の6点には、ベトナム産か不明の陶器片2点（No.28、29）が含まれている。さらに、関連資料として窯跡付近から採取した粘土2点についても分析をおこなった。

なお、資料提供の各機関名については、第1節を参照されたい。

3 実験方法

(1) 分析方法

一般に化学分析では、その成分の含有率（濃度、存在量）が0.01%以下を微量成分とよび、これらの成分の含有率の表し方として、百万分率（parts per million, ppm）がもちいられる（10,000ppm = 1%）。

近年、陶磁器を含めて多岐にわたる文化財資料の微量成分元素の定量には様々な方法がもちいられているが、機器中性子放射化分析法はきわめて有効な方法のひとつであり、多くの成果が報告されている。本法は原子炉内で分析試料に熱中性子を照射し、生成した人工放射性同位体（核種）が壊変する際に放出するガン

マ (γ) 線の強度をエネルギーの関数として測定し、物質中に含まれる元素の量を調べる方法である。放射線の一種であるガンマ線の測定にはエネルギー分解能に優れたゲルマニウム半導体検出器、迅速なデータの処理が可能となるコンピューターを組み合わせたマルチチャンネル波高分析装置をもちいる（核種とは、各々の元素のそれぞれの個別の同位体をいう）。本法は固体試料中の微量成分元素の多元素同時定量が可能であり、分析法として高感度とともに精度、正確さに優れているという特徴を有する。中性子放射化分析法のう

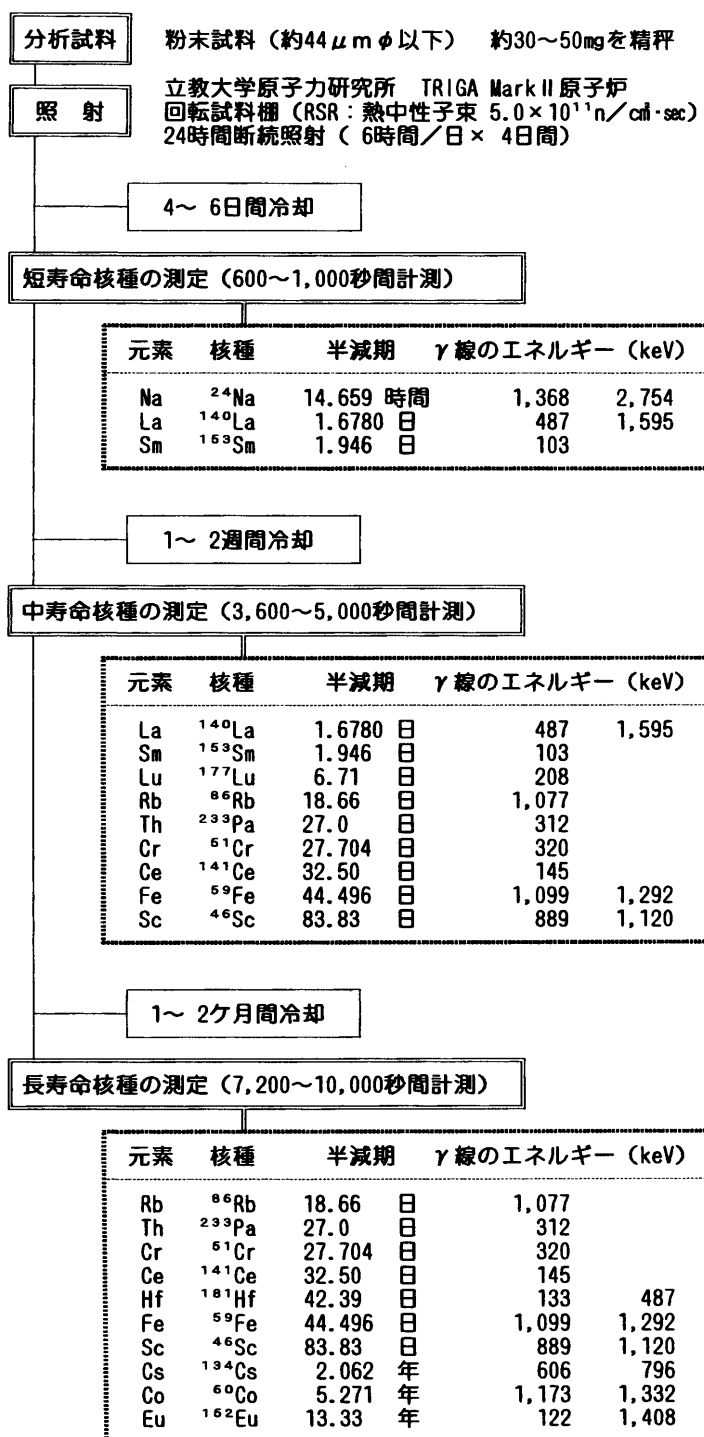


図81 機器中性子放射化分析の分析条件

Fig.81 Irradiating and counting conditions for the elements analyzed in instrumental neutron activation analysis

ち、中性子照射後溶液にして化学分離をおこなわず、そのままガンマ線測定により諸種元素の定量をおこなう場合を機器中性子放射化分析法という。

分析に供した陶器片資料は、ダイヤモンド焼き付け刃の切断器で、考古学での研究において最も支障が生じにくい部分から、小片（5 mm角以下程度）に切断し、純水中で超音波洗浄をおこなった。乾燥後、ステンレス・スチール製粉碎器で粉碎しながら、ハンド・ピック法により、釉部分および汚染の可能性のある切断器での切断面を含まない素地部分のみを回収した。回収された破片素地試料は、機器中性子放射化分析でのガンマ線測定におけるジオメトリー（測定位置を中心とする測定時の条件）を一定にするために、再びステンレス・スチール製粉碎器で粉碎し、さらにメノウ乳鉢で細粉として分析試料とした。

本研究にもちいた陶器片資料の機器中性子放射化分析の分析条件として、原子炉内での中性子の照射条件、ガンマ線の測定条件（冷却時間 [放置時間]、計測時間）、諸種元素の定量にもちいた核種とその半減期（放射性核種が壊変するさい、初めの量の半分になるまでの時間で、個々の核種に特有な値）、測定したガンマ線のエネルギーについて、図81に示す。本分析条件では、主成分元素であるナトリウム（Na）と鉄（Fe）、および微量成分元素であるルビジウム（Rb）、セシウム（Cs）、ランタン（La）、セリウム（Ce）、サマリウム（Sm）、ユウロピウム（Eu）、ルテチウム（Lu）、トリウム（Th）、ハフニウム（Hf）、コバルト（Co）、スカンジウム（Sc）、クロム（Cr）の14元素の定量が可能である。

熱中性子照射は、細粉にした分析試料（風乾したもの）約30~50mgを精秤し、約1 cm角のポリエチレン

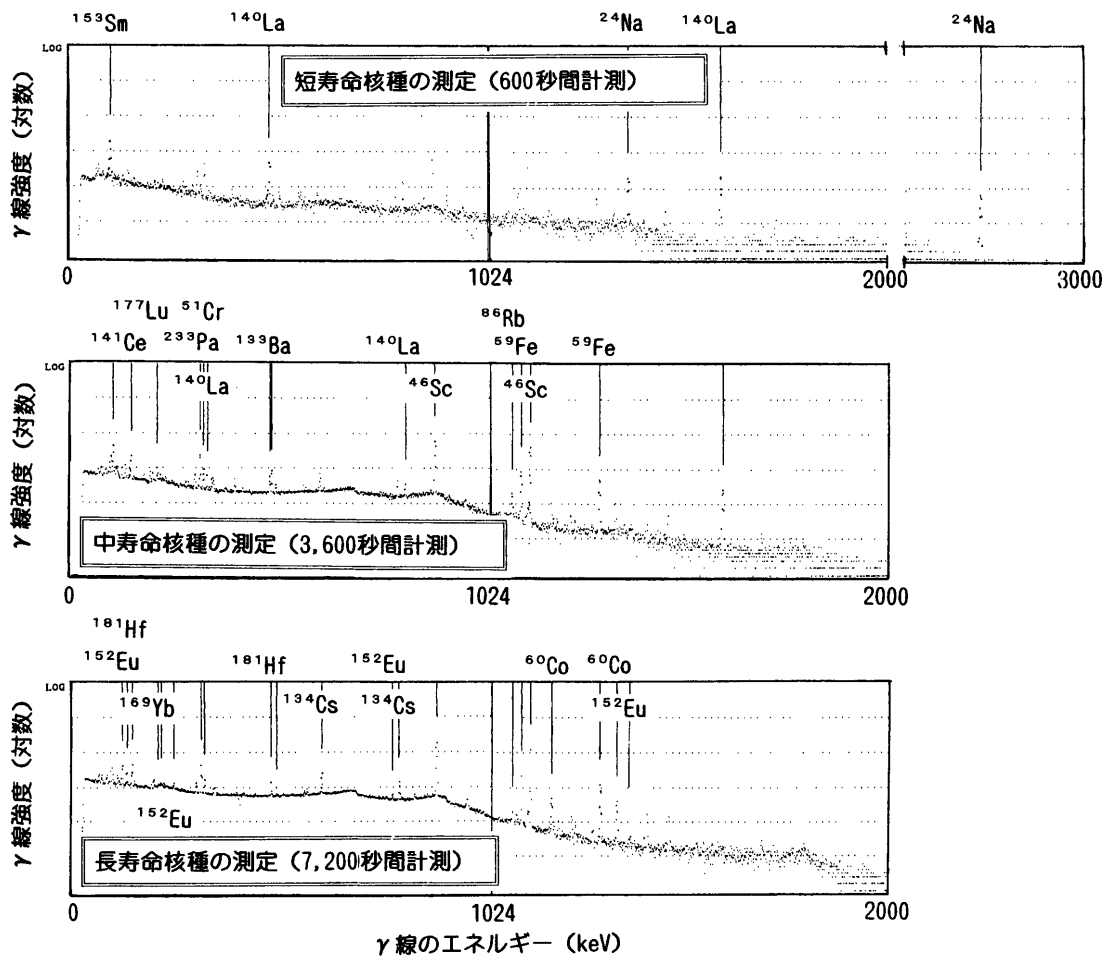


図82 γ 線スペクトル——機器中性子放射化分析

試料：ホイアン，ディン・カムフォー地点出土陶器片（No.1）

Fig.82 Gamma-ray spectra of sample No.1 (Dinh Campho, Hoi An) cooling 5 days (counting time 600 sec), 2 weeks (3,600 sec) and 2 months (7,200 sec) after neutron irradiation, respectively

袋に二重に封入し、定量のための比較標準となる標準岩石とともに20~30試料を照射用キャプセルに詰め込み、立教大学原子力研究所（神奈川県横須賀市）のTRIGA Mark II型原子炉の回転試料棚（RSR：熱中性子束 $5.0 \times 10^{11} \text{n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ ）にて24時間断続照射（6時間×4日間）をおこなった。生成した放射性核種のガンマ線測定には、高分解能ゲルマニウム（Ge）半導体検出器-4096チャンネル波高分析装置をもちいた。この測定は、定量される諸種元素の最適測定条件への配慮から、生成核種の半減期により、図81に示された測定条件で3回繰り返しおこなった。それぞれの測定におけるガンマ線スペクトルの一例を図82に示す。横軸はガンマ線のエネルギー（単位はキロ電子ボルト）、縦軸はガンマ線の相対強度を対数で示したもので破線ごとに10倍の計数値を表す。ガンマ線スペクトル解析において、エネルギーから存在する核種の種類、強度からその存在量が求められ、ひいては諸種元素の存在量が決定される。

諸種元素の定量は、同一キャプセルにて同時照射したアメリカ合衆国地質調査所標準岩石AGV-1（安山岩）、GSP-1（花コウ閃緑岩）、G-2（花コウ岩）を標準とする比較法によりおこなった。さらに、工業技術院地質調査所配布の標準岩石JB-1a（玄武岩）とJG-1a（花コウ閃緑岩）をキャプセルごとに同時照射し、その定量結果より本分析法の定量性の検討をおこなった。

(2) クラスタ分析

生産地推定の基準資料となる生産地遺跡出土陶器の識別・分類、消費地遺跡の特徴を見いだすための当該遺跡出土陶磁器の分類、さらに消費地遺跡出土陶磁器の生産地推定には、定量された諸種微量成分元素（主成分元素である Na、Feを含む）の存在量を変量とするクラスタ分析により検討した。本研究では、変量としてその存在量によっては比較的誤差の大きなコバルトとクロムをのぞく12元素をもちいた。距離尺度については、量的変数に対してもっとも頻繁にもちいられる標準化ユークリッド平方距離をもちい、分類手法（階層的クラスタ分析の方法）については、ウォード法を中心に最短距離法、最長距離法をもちいて検討した。クラスタ分析の結果は樹形図（デンドログラム）として示した。本報告ではウォード法を分類手法

表26 標準岩石（JB-1a, JG-1a）の定量結果
—機器中性子放射化分析の定量性の検討（Na, Fe 以外は ppm）

Table 26 Results of instrumental neutron activation analysis for standard rocks JB-1a and JG-1a, distributed from Geological Survey of Japan, as reference (ppm except for Na and Fe expressed in %)

	Na(%)	Fe(%)	Rb	Cs	La	Ce	Sm	Eu	Lu	Th	Hf	Co	Sc	Cr
JB-1a[10]	2.00	6.21	25	1.2	40	57	5.1	1.5	0.35	8.8	3.3	39	31	420
(誤差)	0.11	0.47	13	0.6	5	3	0.3	0.4	0.12	0.8	0.5	4	1	130
JB-1a[11]	2.09	6.30	53	1.1	39	56	5.1	1.7	0.36	9.2	3.6	39	31	410
JB-1a[12]	2.00	6.16	52	1.3	40	57	5.3	1.6	0.33	9.1	3.5	35	30	390
JB-1a[13]	2.11	6.32	31	1.1	40	57	5.3	1.6	0.35	9.1	3.3	38	32	410
JB-1a[14]		6.23	28	1.1	41	57	5.4	1.6	0.44	8.7	2.8	40	30	450
平均値	2.05	6.24	38	1.2	40	57	5.2	1.6	0.37	9.0	3.3	38	31	420
推奨値	2.03	6.36	41	1.2	38	67	5.2	1.52	0.33	8.8	3.4	39.5	29	415
JG-1a[10]	2.54	1.44	180	12	30	57	5.0	0.70	0.53	16	3.3	5.8	7.1	17
(誤差)	0.13	0.16	24	3	4	3	0.3	0.24	0.15	1	0.4	0.7	0.4	5
JG-1a[11]	2.63	1.37	180	13	23	47	4.7	0.69	0.46	14	3.2	5.3	6.7	14
JG-1a[12]	2.45	1.41	180	13	23	46	4.2	0.73	0.57	11	4.2	5.1	6.9	19
JG-1a[13]	2.07	1.37	180	12	39	40	4.4	0.65	0.49	13	3.4	4.8	6.7	18
JG-1a[14]	2.56	1.37	200	11	22	41	4.2	0.71	0.55	11	3.3	5.7	6.8	18
平均値	2.43	1.39	180	12	27	46	4.5	0.70	0.52	13	3.5	5.3	6.8	17
推奨値	2.53	1.43	180	11.4	23	47.1	4.5	0.72	0.53	12.1	3.7	5.7	6.6	18.6

にもちいた結果のみを示した。

クラスター分析を含め多変量解析の詳細に関しては、解説書（例えば、B.F.J.マンリー著、村上正康・田栗正章訳：1992）を参照されたい。

表27 分析結果－機器中性子放射化分析（Na, Fe以外は ppm）

Table 27 Element contents of the pottery sherds determined by instrumental neutron activation analysis (ppm except where noted)

Samples Nos. 1~17 and 31~34 are from Vietnam, and Nos. 18~30 from Japan. Nos. 35 and 36 are clays for comparison

No.	Na(%)	Fe(%)	Rb	Cs	La	Ce	Sm	Eu	Lu	Th	Hf	Co	Sc	Cr
1	0.38	3.18	160	13	54	94	7.8	1.5	0.61	23	6.7	10	21	100
2	0.45	2.35	150	12	54	97	8.4	1.8	0.63	21	6.1	9.4	21	100
3	0.46	4.58	190	14	77	140	10	2.1	0.74	26	3.6	26	26	130
4	0.47	4.56	120	14	48	81	7.1	1.5	0.55	23	3.7	11	24	120
5	0.43	2.88	180	14	49	87	7.3	1.5	0.69	24	6.1	6.6	23	100
6	0.50	3.44	150	12	49	88	6.8	1.4	0.70	23	6.7	13	21	110
7	0.24	3.07	150	11	50	90	7.9	1.6	0.70	23	6.0	10	22	100
8	0.23	3.88	190	16	54	110	10	1.9	0.60	24	6.1	13	23	100
9	0.41	2.86	200	17	63	120	11	2.2	0.66	24	5.9	12	24	100
10	0.43	3.22	180	14	46	79	6.6	1.3	0.50	24	7.5	8.6	21	100
11	0.61	2.68	200	14	48	87	7.2	1.5	0.57	23	7.1	7.2	22	100
12	0.19	2.83	190	12	54	100	8.7	1.6	0.65	24	7.7	5.5	21	90
13	0.42	2.76	180	15	57	110	8.8	1.8	0.61	23	6.5	13	23	100
14	0.26	2.63	160	14	80	150	13	2.6	0.78	24	6.1	7.3	24	110
15	0.19	2.60	160	18	79	160	18	3.2	0.82	23	7.6	7.3	21	100
16	0.21	4.34	180	15	120	190	18	3.3	1.0	23	5.3	12	24	110
17	0.23	3.69	170	12	92	160	13	2.4	0.89	23	5.9	9.1	23	110
31	0.43	6.08	170	14	67	120	9.5	1.9	0.76	27	4.7	23	28	150
32	0.52	5.47	180	14	65	110	9.4	1.9	0.74	24	5.7	20	25	130
33	0.32	4.20	150	11	54	92	8.8	1.8	0.62	21	6.0	11	20	100
34	0.31	3.06	200	16	57	91	8.7	1.6	0.73	26	5.6	12	25	130
18	0.36	4.38	160	16	69	130	8.9	1.9	0.67	29	3.7	14	31	140
19	0.39	4.81	190	15	61	110	9.0	1.7	0.79	25	3.6	16	26	120
20	0.39	3.09	160	13	64	110	9.7	2.0	0.77	22	6.1	9.9	22	100
21	0.33	2.14	180	15	55	91	7.5	1.5	0.66	25	6.0	7.2	23	100
22	0.28	3.75	130	9.9	75	140	11	2.1	0.80	30	7.9	11	22	90
23	0.45	2.11	180	14	53	88	7.7	1.6	0.55	24	6.1	6.9	23	100
24	0.52	2.82	150	13	54	88	7.5	1.7	0.55	25	5.8	6.8	23	100
25	0.42	2.16	180	15	52	93	7.8	1.7	0.49	26	6.0	8.7	24	100
26	0.38	3.87	170	13	57	90	7.9	1.7	0.57	23	6.0	15	22	100
27	0.25	2.97	160	12	58	100	8.5	1.7	0.57	23	5.7	14	20	90
28	0.49	5.17	140	11	53	81	6.2	1.3	0.40	16	6.4	9.7	18	90
29	0.53	2.44	120	9.3	37	63	4.6	0.93	0.44	17	7.4	6.3	13	30
30	0.44	2.08	200	14	66	99	9.7	1.7	0.86	24	6.4	11	23	120
35	0.74	1.98	80	4.0	36	90	6.0	1.0	0.60	14	13	9.6	10	60
36	0.83	2.52	120	4.7	31	63	4.9	0.85	0.57	15	12	6.9	11	60

4 結果および考察

最初に定量性の検討のためにおこなった標準岩石 JB-1aとJG-1aの定量結果を表26に示す。なお、計測にともなう誤差は両者とも最初の場合についてのみ示してある。今回の分析結果は、工業技術院地質調査所によりまとめられた推奨値とよく一致しており、本法の定量性に問題がなかったことが確認された。[10]～[14]は中性子照射時の異なる照射用カプセルを示す。

つぎに、本研究での分析に供したベトナム国内、日本国内の各遺跡出土陶器片34点、関連資料としての粘土試料2点の分析結果を、ベトナム国内 (No.1～17およびNo.31～34)、日本国内 (No.18～30)、粘土 (No.35、36) の順に表27に示す。

ベトナム産かどうか不明である陶器片2点 (No.28、29) と粘土2試料 (No.35、36) の4点をのぞく陶器片の諸種微量成分元素存在量は、比較的類似しているようにみえるが、希土類元素 (La～Lu) やハフニウムなどの元素存在量に若干の差が認められる。これらの分類を目的としてクラスター分析により検討した。

(1) ベトナム国内の遺跡出土陶器片の分類

本研究に供したベトナム国内の生産地および消費地遺跡出土陶器片21点のクラスター分析の結果を樹形図として、このクラスター分析による分類における諸種微量成分元素存在量の比較を、それぞれ図83 (上段) と表28に示す。また、粘土試料2点を加えた23点の結果については、樹形図のみ図83 (下段) に示してある。樹形図においては併合距離の小さいほど、類似性は大きい。

今回検討したベトナム国内の陶器片21点では、①クアンビン省ミークオン窯跡採集4点 (No.14～17) により形成されるクラスター、②ホイアン郊外タインチュム遺跡採集2点 (No.31と32) とホイアンのディン・カムフォー地点出土1点 (No.3) の3点により形成されるクラスター、③生産地としてのフエ・ミースェン窯跡採集5点 (No.5～9)、同フックテック窯跡採集3点 (No.11～13)、クアンチ省フックリー窯跡採集2点 (No.33と34)、消費地としてのホイアンのディン・カムフォー地点出土3点 (No.3をのぞくNo.1、2、4)、フエ・タインハー遺跡採集1点 (No.10) の14点により形成されるクラスターの3グループに分類された。なお、粘土試料については、これらの陶器片とは諸種微量成分元素存在量が著しく異なっており、その対応関係を見いだすまでにはいたらなかった。

(2) 日本国内の遺跡出土陶器片の生産地推定

本研究に供したベトナム国内の生産地および消費地遺跡出土陶器片21点と日本国内の遺跡出土陶器片13点、計34点の陶器片のクラスター分析の結果を図84に示す。分類された各クラスターの諸種微量成分元素存在量を表29に示す。

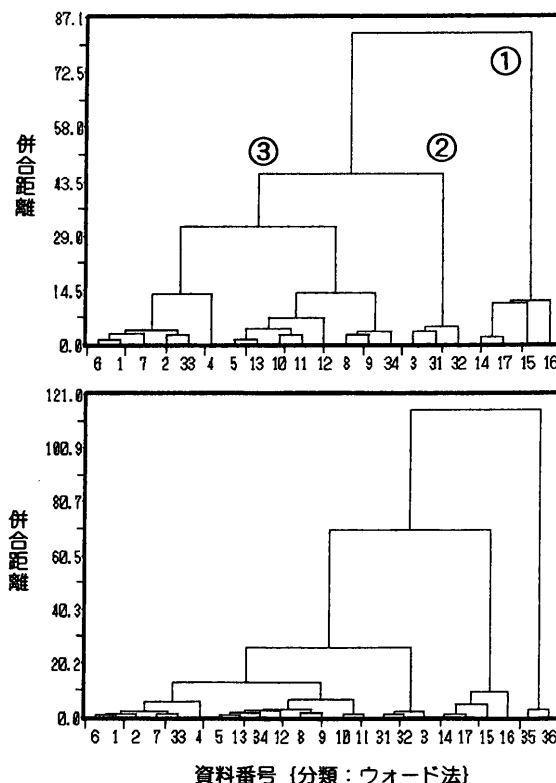


図83 クラスター分析の結果 (I)

(上) ベトナム国内遺跡出土陶器片21点
 (下) ベトナム国内遺跡出土陶器片21点と粘土2点
 Fig.83 Results of the cluster analysis of the element contents of the pottery sherds(I)
 Upper: 21 samples from Vietnam. Nos. ①～③ see Table 28
 Lower: 21 samples noted above and 2 clay samples

表28 クラスタ分析による分類（ワード法）
 -ベトナム国内の各遺跡出土陶器片（Na, Fe以外は ppm）
 *ベトナム国内の生産地遺跡（窯跡）採取陶器片

Table 28 Classification of the pottery sherds from Vietnam depend on the cluster analysis. The element contents are given in ppm except where noted

* shows samples from the kiln sites. Nos. ①~③ correspond to Fig 83

No.	Na (%)	Fe (%)	Rb	Cs	La	Ce	Sm	Eu	Lu	Th	Hf	Sc
③ * 6	0.50	3.44	150	12	49	88	6.8	1.4	0.70	23	6.7	21
1	0.38	3.18	160	13	54	94	7.8	1.5	0.61	23	6.7	21
* 7	0.24	3.07	150	11	50	90	7.9	1.6	0.70	23	6.0	22
2	0.45	2.35	150	12	54	97	8.4	1.8	0.63	21	6.1	21
* 33	0.32	4.20	150	11	54	92	8.8	1.8	0.62	21	6.0	20
.....												
4	0.47	4.56	120	14	48	81	7.1	1.5	0.55	23	3.7	24
.....												
* 5	0.43	2.88	180	14	49	87	7.3	1.5	0.69	24	6.1	23
* 13	0.42	2.76	180	15	57	110	8.8	1.8	0.61	23	6.5	23
10	0.43	3.22	180	14	46	79	6.6	1.3	0.50	24	7.5	21
* 11	0.61	2.68	200	14	48	87	7.2	1.5	0.57	23	7.1	22
.....												
* 12	0.19	2.83	190	12	54	100	8.7	1.6	0.65	24	7.7	21
.....												
* 8	0.23	3.88	190	16	54	110	10	1.9	0.60	24	6.1	23
* 9	0.41	2.86	200	17	63	120	11	2.2	0.66	24	5.9	24
* 34	0.31	3.06	200	16	57	91	8.7	1.6	0.73	26	5.6	25
.....												
② 3	0.46	4.58	190	14	77	140	10	2.1	0.74	26	3.6	26
31	0.43	6.08	170	14	67	120	9.5	1.9	0.76	27	4.7	28
32	0.52	5.47	180	14	65	110	9.4	1.9	0.74	24	5.7	25
.....												
① * 14	0.26	2.63	160	14	80	150	13	2.6	0.78	24	6.1	24
* 17	0.23	3.69	170	12	92	160	13	2.4	0.89	23	5.9	23
* 15	0.19	2.60	160	18	79	160	18	3.2	0.82	23	7.6	21
* 16	0.21	4.34	180	15	120	190	18	3.3	1.0	23	5.3	24

日本国内の遺跡より出土した陶器片13点について検討すると、ベトナム産ではないと推測される2点（京都市内の遺跡出土、No.28、29）をのぞく11点は、先の（1）で述べたベトナム国内の陶器片の分類における3グループのうち②と③に対応するクラスターに吸収される形で併合された。なお、今回分析に供した日本国内各地の遺跡出土陶器片では、①に対応するものは見いだせなかった。一方、ベトナム産ではないと推測される2点（No.28、29）は、この2点で独立したクラスターを形成した（ここでは、④とした）。

③のクラスターについては、さらに詳細に分類できる可能性があり、I~IVの4グループが考えられる。このうち、III（No.4）とIV（No.22）はIとIIを形成する陶器片と微量成分元素が若干異なっており、生産地の違いや器種の差異（No.4が蓋、No.22が長胴瓶でも口縁部が他よりも少し長め）、あるいは胎土の不均一性に起因するのかもしれない。対象となる陶器片資料をさらに詳細に分析することにより明らかになると思われるが、現段階では、一応、区別しておくことにした。

5 まとめ

諸種微量成分元素存在量-クラスター分析に基づくベトナム国内の遺跡出土陶器片と日本国内の各遺跡出土陶器片の分類結果をまとめて表30に示す。

表29 クラスター分析による分類 (ウォード法)
 -ベトナム国内および日本国内の各遺跡出土陶器片 (Na, Fe以外は ppm)
 *ベトナム国内の生産地遺跡 (窯跡) 採取陶器片
 日本国内の遺跡出土陶器片 N:長崎 S:堺 K:京都 H:平安京

Table 29 Classification of the pottery sherds from Vietnam and Japan depend on the cluster analysis. The element contents are given in ppm except where noted
 *shows samples from the kiln sites in Vietnam. N shows samples from Nagasaki, S from Sakai, K from Kyoto City and H from Heiankyo, Kyoto, all of Japan. Nos. ①~④ and I~IV correspond to Fig. 84

No.	Na (%)	Fe (%)	Rb	Cs	La	Ce	Sm	Eu	Lu	Th	Hf	Sc	
③ I	23 S	0.45	2.11	180	14	53	88	7.7	1.6	0.55	24	6.1	23
	25 K	0.42	2.16	180	15	52	93	7.8	1.7	0.49	26	6.0	24
	* 5	0.43	2.88	180	14	49	87	7.3	1.5	0.69	24	6.1	23
	21 S	0.33	2.14	180	15	55	91	7.5	1.5	0.66	25	6.0	23
	* 13	0.42	2.76	180	15	57	110	8.8	1.8	0.61	23	6.5	23
	10	0.43	3.22	180	14	46	79	6.6	1.3	0.50	24	7.5	21
	* 11	0.61	2.68	200	14	48	87	7.2	1.5	0.57	23	7.1	22
	* 8	0.23	3.88	190	16	54	110	10	1.9	0.60	24	6.1	23
	* 34	0.31	3.06	200	16	57	91	8.7	1.6	0.73	26	5.6	25
	* 9	0.41	2.86	200	17	63	120	11	2.2	0.66	24	5.9	24
	20 S	0.39	3.09	160	13	64	110	9.7	2.0	0.77	22	6.1	22
	30 H	0.44	2.08	200	14	66	99	9.7	1.7	0.86	24	6.4	23
	II	26 K	0.38	3.87	170	13	57	90	7.9	1.7	0.57	23	6.0
1		0.38	3.18	160	13	54	94	7.8	1.5	0.61	23	6.7	21
2		0.45	2.35	150	12	54	97	8.4	1.8	0.63	21	6.1	21
* 6		0.50	3.44	150	12	49	88	6.8	1.4	0.70	23	6.7	21
24 K		0.52	2.82	150	13	54	88	7.5	1.7	0.55	25	5.8	23
* 7		0.24	3.07	150	11	50	90	7.9	1.6	0.70	23	6.0	22
27 K		0.25	2.97	160	12	58	100	8.5	1.7	0.57	23	5.7	20
* 33		0.32	4.20	150	11	54	92	8.8	1.8	0.62	21	6.0	20
* 12		0.19	2.83	190	12	54	100	8.7	1.6	0.65	24	7.7	21
4		0.47	4.56	120	14	48	81	7.1	1.5	0.55	23	3.7	24
III	4	0.47	4.56	120	14	48	81	7.1	1.5	0.55	23	3.7	24
IV	22 S	0.28	3.75	130	9.9	75	140	11	2.1	0.80	30	7.9	22
	28 K	0.49	5.17	140	11	53	81	6.2	1.3	0.40	16	6.4	18
④	29 K	0.53	2.44	120	9.3	37	63	4.6	0.93	0.44	17	7.4	13
	* 14	0.26	2.63	160	14	80	150	13	2.6	0.78	24	6.1	24
①	* 17	0.23	3.69	170	12	92	160	13	2.4	0.89	23	5.9	23
	* 15	0.19	2.60	160	18	79	160	18	3.2	0.82	23	7.6	21
	* 16	0.21	4.34	180	15	120	190	18	3.3	1.0	23	5.3	24
	3	0.46	4.58	190	14	77	140	10	2.1	0.74	26	3.6	26
②	19 N	0.39	4.81	190	15	61	110	9.0	1.7	0.79	25	3.6	26
	31	0.43	6.08	170	14	67	120	9.5	1.9	0.76	27	4.7	28
	32	0.52	5.47	180	14	65	110	9.4	1.9	0.74	24	5.7	25
	18 N	0.36	4.38	160	16	69	130	8.9	1.9	0.67	29	3.7	31

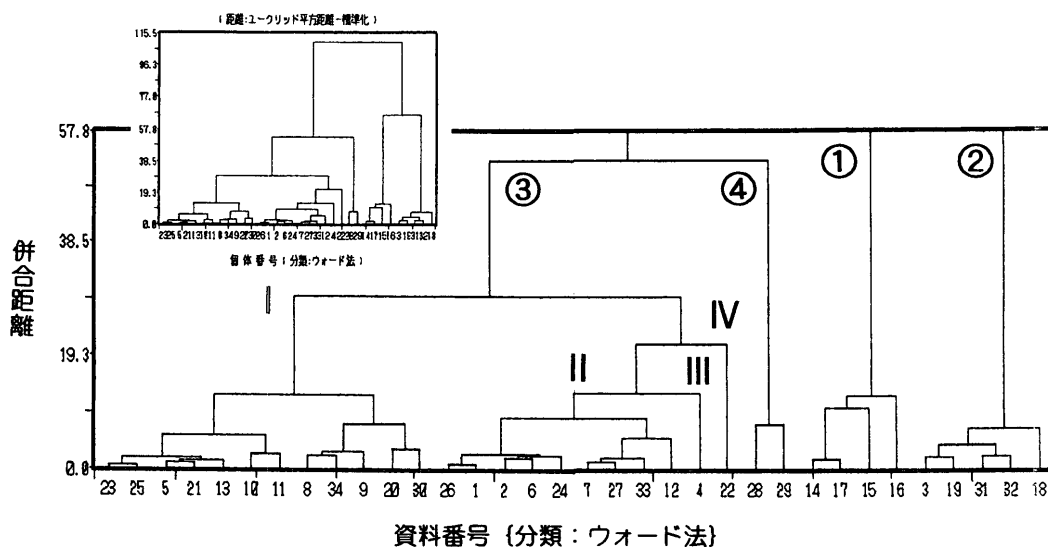


図84 クラスタ分析の結果(Ⅱ) ベトナム国内遺跡出土陶器片21点と日本国内遺跡出土13点
 Fig. 84 Results of the cluster analysis of the element contents of the pottery sherds (Ⅱ)
 21 samples from Vietnam and 13 samples from Japan. Nos ①~④ and I~IV see Table 29

ベトナム国内の遺跡出土陶器片では、つぎの3系統に分類された。

- (1) クラスタによる分類③：生産地として、フエのミースエン窯跡 (No.5~9)、同・フックテック窯跡 (No.11~13)、クアンチ省フックリー窯跡 (No.33, 34)、消費地として、ホイアン・ディン・カムフォー地点 (No.1, 2, 4、このうちNo.4については若干異なる)、フエのタインハー遺跡 (No.10)。
- (2) クラスタによる分類①：生産地としてクアンビン省ミークオン窯跡 (No.14~17)。
- (3) クラスタによる分類②：対応する窯跡はなかったが、消費地としては、ホイアン・ディン・カムフォー地点 (No.3)、ホイアン郊外のタインチェム遺跡 (No.31, 32)。

日本国内の遺跡出土陶器片では、ベトナム国内の陶器片と対比してとらえると、つぎのようになる。

- (1) クラスタによる分類③：堺環濠都市遺跡4点 (No.20~23、このうち、No.22は若干異なる)、京都市内の遺跡4点 (No.24~27)、平安京左京六条三坊七町遺跡 (No.30)。
- (2) クラスタによる分類①：該当する陶器片なし。
- (3) クラスタによる分類②：長崎市内の遺跡2点 (No.18, 19)。

このほか、ベトナム産ではないと推測される京都市内の遺跡出土陶器片2点 (No.28, 29) は、今回のベトナム国内の陶器片と対応関係がなく、諸種微量成分元素存在量による検討からも、これらはベトナム産ではないとの推測を支持する結果となった。

また、クラスタによる分類①の生産地としてミークオン窯跡資料と類似する陶器片が日本の遺跡では確認できなかった。これは第7章第3節で述べているように、考古学調査からミークオン窯の成立が早くとも17世紀後半以降であるため、それ以前の日本の遺跡から出土することはありえないことを、分析結果からも確認することができた。また、クラスタによる分類②の資料は、ベトナムと日本の消費地遺跡で確認されているものの、それと対応する窯跡資料はなかった。このことは、第7章第3節で述べているように、窯跡が未発見ながらもホイアン郊外のタインチェム地域は17世紀代の窯跡の存在する可能性があり、今後の考古学調査の重要な研究課題となろう。

参考文献

二宮修治・羽生淳子・大橋康二

1995「微量成分元素存在量による消費地遺跡出土磁器片の生産地推定」『全面改訂 新しい研究法は考古学になにをもたらしたか』（田中琢・佐原真編）クバプロ：286-305

二宮修治・羽生淳子・大橋康二・藁科実・網干守・大沢真澄・長佐古真也

1991「放射化分析による消費地遺跡出土磁器片の生産地推定－江戸時代前期の資料を用いて－」『貿易陶磁研究』No.11：201-234

ベトナム古窯址調査団・肥塚隆保・二宮修治・網干守・山崎一雄

1996「ベトナム産古陶磁器の自然科学的研究、中部ベトナムゴサイン窯の発掘陶磁片を中心として」『東西海上交流史研究』第4号：1-33

ベトナム古窯址調査団・二宮修治・網干守・山崎一雄

1997「北部および中部ベトナムで採集された陶磁器片の産地の考察」『東洋陶磁』Vol.26：69-78

村上正康・田栗正章（訳）

1992『多変量解析の基礎』（B.F.J マンリー著）培風館

山崎一雄・二宮修治・網干守・肥塚隆保

1993「ベトナムで採集された陶磁器片の化学分析」『上智アジア学』第11号：75-86

表30 ベトナム国内および日本国内の各遺跡出土陶器片の生産地推定

Table 30 Possible provenance of the pottery sherds excavated from the archaeological sites in Vietnam and Japan

Nos. ①~④ and I~IV see Fig. 84 and Table 29

類	No	遺跡名 (年代)	器種	部位	胎土	色調	焼成	その他
③ I	5	フエ ミースェン窯跡 (16C~17C代)	長胴瓶	口縁部	精緻 紅灰白色	器内外面とも灰 黄色	良好	口縁部2本の太 い沈線
	8	フエ ミースェン窯跡 (16C~17C代)	鉢	口縁部	暗赤灰色 1~2mmの砂 粒多く含む	器内外面とも灰 赤色	良好	胴部浅い条線 一部自然釉
	9	フエ ミースェン窯跡 (16C~17C代)	長胴瓶	胴部	精緻 黄灰色	器内外面ともに ぶい褐色	良好	
	11	フエ フックテック窯跡 (年代不明)	長胴瓶	口縁部	精緻 褐灰色	器内外面とも灰 黄褐色	良好	口縁部2本の沈 線
	13	フエ フックテック窯跡 (年代不明)	長胴瓶	底部	精緻 一部に灰褐色と 褐灰色の混ざり	外面灰褐色 内面にぶい橙色	良好	内面ロクロ痕残 る
	34	クアンチ省 フックリー窯跡 (17~18C代の可能性)	長胴瓶	胴部下 半	精緻 にぶい黄橙色	器内外面とも褐 灰色	良好	器内面にロクロ 痕
	10	フエ タインハー遺跡 (17C後半か)	長胴瓶	胴部	精緻 にぶい黄橙色	外面にぶい褐色 内面灰色		
	20	堺環濠都市遺跡 (1595年~1615年の層)	長胴瓶	口縁部	精緻 暗赤褐色と灰赤 色粘土	器内外面とも黒 褐色	良好	口縁と肩部2本 沈線 ロクロ痕
	21	堺環濠都市遺跡 (1595年~1615年の層)	長胴瓶	口縁部	精緻 青灰色、白色 黒色粒子若干含	外面灰黄 内面鈍黄褐色	良好	口縁部1本の沈 線
	23	堺環濠都市遺跡 (1595年~1615年の層)	長胴瓶	底部~ 胴部	精緻 灰褐色と明褐色	外面にぶい褐色 内面褐灰色	良好	器内面にロクロ 痕
③ II	25	京都市内遺跡 (17C代)	長胴瓶	胴部	灰褐色と灰黄褐 色の粘土	器内外面とも灰 褐色	良好	器内面にロクロ 痕
	30	平安京左京六条三坊七町 遺跡 (17C代)	長胴瓶	胴部	精緻 灰褐色	外面灰褐色 内面灰黄褐色	良好	器内面にロクロ 痕
	6	フエ ミースェン窯跡 (16C~17C代)	長胴瓶	口縁部	精緻 灰色	外面暗褐色一部 自然釉 内面灰赤色	良好	内面ロクロ痕
	7	フエ ミースェン窯跡 (16C~17C代)	鉢	口縁部	橙色、白色粘土 1mm程の白色 砂粒若干混入	器内外面とも橙 色	良い	胴部太い条線
	12	フエ フックテック窯跡 (年代不明)	長胴瓶	底部	精緻 褐灰色と灰白色	器内外面ともに ぶい赤褐色	良好	内面ロクロ痕残 る
	33	クアンチ省 フックリー窯跡 (17~18C代の可能性)	鉢	口縁部	1~2mmの砂 粒多く含む	器内外面とも暗 褐色	良好	
	1	ホイアン ディン・カムフォー地点 (16C末~17C代)	長胴瓶	口縁部	赤灰色と灰白色	器内外面とも灰 褐色	良好	口縁部に2本の 沈線
	2	ホイアン ディン・カムフォー地点 (16C末~17C代)	鉢	胴部	1mm前後の白色 砂粒を多く含む	外面褐灰色 内面明赤灰色	良好	外面太い条線
	24	京都市内遺跡 (17C代)	長胴瓶	口縁部 ~胴部	比較的均一で、 灰色	器内外面ともに ぶい黄褐色	良好	内面にロクロ痕、 口縁部浅い2本 の沈線
	26	京都市内遺跡 (17C代)	長胴瓶	胴部	精緻 暗赤褐色	器内外面とも暗 赤褐色	良好	器内面にロクロ 痕
③ III	27	京都市内遺跡 (17C代)	鉢	胴部~ 底部	精緻 白色砂粒を多く 含む	内外面とも暗赤 褐色	良好	胴部に条線
	4	ホイアン ディン・カムフォー地点 (16C末~17C代)	壺	口縁部	0.5mm前後の白 色砂粒多量	外面灰黒色 内面灰褐色	良い	

第6章 ベトナム陶磁器の理化学的分析

類	No.	遺跡名 (年代)	器種	部位	胎土	色調	焼成	その他
③ IV	22	堺環濠都市遺跡 (1595年～1615年の層)	長胴瓶	口縁部	赤灰色で白色 黒色粒子含む	器内外面とも灰 褐色	良好	口縁部は他の長 胴瓶より長めで 沈線無し
	28	京都市内遺跡 (17C代)	壺	口縁部 ～胴部 下半	灰白色		良い	内面にタタキ痕
④	29	京都市内遺跡 (17C代)	広口壺	胴部	灰赤色	器内外に褐釉		胴部2本の浅い 沈線
	14	カンビン省 ミークオン遺跡 (17C後半以降)	長胴瓶	口縁部	精緻 橙色	器内外面とも橙 色	良好	3号窯跡採集口 縁部浅い条線
①	15	カンビン省 ミークオン遺跡 (17C後半以降)	長胴瓶	口縁部	1mm前後の砂粒 を含む赤灰色	外面暗赤褐色 一部自然釉 内面褐灰色	良好	7号窯跡採集口 縁部2、肩部1 本の沈線
	16	カンビン省 ミークオン遺跡 (17C後半以降)	長胴瓶	口縁部	精緻 暗赤色	外面赤灰色 内面灰赤色	良好	C地点採集 2本の浅い沈線
	17	カンビン省 ミークオン遺跡 (17C後半以降)	長胴瓶	胴部	1mm前後の砂粒 を若干含む褐灰色	器内外面とも橙 色	良好	1号窯跡採集
②	3	ホイアン ディン・カムフォー地点 (16C末～17C代)	小形鉢	胴部	1mm前後の白色 砂粒を多く含む	器内外面とも灰 褐色	良い	外面浅い条線
	31	ホイアン郊外 タインチェム遺跡 (時期不明)	壺	肩部	極暗褐色、精緻 若干の白色小砂粒	外面極暗褐色 内面暗褐色	良好	2本の平行沈線 紋
	32	ホイアン郊外 タインチェム遺跡 (時期不明)	甕	底部	上に同じ	器内外面とも暗 褐色	良好	
	18	長崎市内遺跡	長胴瓶	肩部	赤灰色と灰色粘土	器内外面とも灰 赤色	良好	櫛状工具による 4本単位の波状 紋
	19	長崎市内遺跡	鉢	胴部	橙色、1mm前後 の砂粒を含む	器内外面とも橙 色	良好	幅広の浅い条線

Instrumental neutron activation analysis of the Vietnamese pottery sherds from Japan and Vietnam

Masumi OSAWA and Shuji NINOMIYA*

Dept. of Cultural History of Japan, Faculty of Letters, Showa Women's University

*Dept. of Chemistry, Faculty of Education, Tokyo Gakugei University

Chemical studies on the Vietnamese pottery sherds from Vietnam and Japan were carried out to know their provenance, kilns for making them, through the trace element contents by instrumental neutron activation analysis.

The Vietnamese pottery sherds used are 14 samples collected on the surface of four old kiln sites (My Xuyen and Phuoc tich, Hue ; Phuoc Ly, Quang tri ; and My Cuong, Quang Binh) and 7 samples excavated at three archaeological sites (Thanh Ha, Hue ; and Dinh Campho and Thanh Chiem. Hoi An) in the central Vietnam and also 13 samples excavated at four archaeological sites in different places in Japan (Nagasaki, Sakai, Kyoto City and Heiankyo, Kyoto).

Contents of 12 trace elements such as Rb, Cs, La, Ce, Sm, Eu, Lu, Th, Hf, Co, Sc and Cr, and two major elements Na and Fe in the Vietnamese pottery sherds were analyzed by instrumental neutron activation analysis. These samples (ca.30~50mg) were irradiated for 24 hours intermittently at Rikkyo University Research Reactor, TRIGA Mark II. The activated samples were measured by gamma-ray spectrometry using a high resolution Ge (Li) detector coupled with a 4096 channel analyzer.

As a result of the cluster analysis of the element contents of the pottery sherds, probably 13 samples including four Vietnam and nine from Japan, were identified as those from the kilns of My Xuyen, Phuoc tich and Phuoc Ly.

It is interesting there are no samples identified to My Xuyen kiln site, supposed to be the late seventeenth century. It agreed with the fact all of the samples from Japan were estimated earlier than that time. Also five samples from both countries have no adequate sources, so it suggests some of undiscovered kiln sites still remain in the central part of Vietnam.