

東南アジア古陶磁の特性について（2）

－ 染付資料の再測定と環濠都市遺跡出土資料の化学分析－

會田 雄亮

AIDA Yusuke

松田 泰典

MATSUDA Yasunori

1. はじめに

日本における東南アジア古陶磁の渡来は14世紀における呂宋壺が知られているが、室町時代後期から桃山時代にかけて、ベトナム、タイの古陶磁が伝来し、それぞれ安南、宋胡録という呼称で茶の世界に登場してくる。しかしながら東南アジア諸国古陶磁研究は、長い間陽の当たらない分野でもあったが、近年その関心が世界的に高まり、わが国にも少なからぬ量の東南アジア古陶磁が招来されている。とくに海底探査技術の発達は、15～17世紀交易沈没船の引き上げを可能にし、大量に新資料の発見をもたらしている。

最近ではベトナム・ホイアン沖で発見された16世紀陶磁器運搬船とみられる沈没船の引き上げ調査が1997年から99年にかけて行われ、実に15万点にのぼるベトナム古陶磁が発見されている。

このような歴史的背景をもっている東南アジア古陶磁であるが、著者らは以前からこれらの材質面、すなわち釉薬や素地の化学成分に注目し分析的な研究を行ってきた¹⁾（注）。本論文は、この一連の研究のなかでつぎの二つのテーマについて報告するものである。

I 東南アジア染付陶片資料の釉薬青色部分における元素組成の再分析

II 環濠都市遺跡出土陶磁資料の化学分析

Iについては、本学紀要4号に報告した分析結果¹⁾（以下前報と呼ぶ）を精査した結果、染付部分を有するかな

りの陶片より青色発色の主要元素であるコバルトが検出されなかったため、その結果に疑義を抱き実施された再測定の結果報告である。例えベトナム独特の黒っぽい染付とはいえ、コバルト等の発色元素が全く含有されていないことはない、との推察に基づき、分析方法を改善し再度測定を実施した。

一般的に染付の発色に関与する成分としてはコバルト、マンガン、鉄が考えられるが、マンガン、鉄での発色では明度や彩度の高い色調は得られない。また、コバルトが全く関与しない染付についても確認する必要がある。そこで、今回の測定では、下記の改善した方法によって前報のうちコバルト、マンガンの成分に的を絞って、含有の有無を再検討した。

Ⅱについては、大阪府堺市の堺環濠都市遺跡出土の「青花双龍文輪花皿」および「白釉盤」の化学分析結果である。とくに前者については日本からの「特注品」説、あるいは「日本国内焼成」説など議論の対象になっている一群の青花磁器と同種の発掘遺物である。また制作時代を裏付ける発掘状況から、その成分分析結果はこの問題に重要な一石を投ずるものと考えている。

2. 東南アジア染付陶片資料の釉薬青色部分における元素組成の再分析

2.1 分析試料

前報において分析した資料の一部を再測定した。測定した試料名を表1に掲載した。また測定試料の一部を写真1～5に示した。各試料とも無色部分と青色部分の測定を実施し比較検討した。

2.2 分析方法

前報では、サンプリング試料を樹脂に包埋したのち試料断面（クロスセクション）を走査型電子顕微鏡（日立製S2360N）で拡大（800倍）し、目的の箇所をエネルギー分散型蛍光X線分析装置（堀場製EMAX5770）で分析（条件；加速電圧20KV、デッドタイム25%、100秒間計測）した。この方法では、コバルトの含有の有無が不正確であったため今回は以下により測定方法を改善した。加速電圧等の条件は同様としたが、計測時間を500ないしは1000秒とし、S/N比の改善によってマンガン、鉄、コバルトの各ピークについて染付発色部分（青色）と無色

部分の比較を定性的に検討した。

2.3 分析結果と考察

鉄の $K_{\beta 1}$ 線（7.06KeV）とコバルトの $K_{\alpha 1}$ 線（6.92KeV）が近接かつ部分的に重なり合うので、多少見えにくいだが、コバルトおよび鉄を含有しているか、鉄のみの含有かをスペクトルから読み取ることができた。またマンガンについては妨害する元素が近傍にないので単独で存在の確認ができた。

例えば、図1に示した試料H-Y-11では、青色部分で鉄の $K_{\beta 1}$ 線での強度が609で、コバルトの $K_{\alpha 1}$ 線での強度が848であった。一方、同試料の無色部分では、青色部分で鉄の $K_{\beta 1}$ 線での強度が525で、コバルトの $K_{\alpha 1}$ 線での強度が535（バックグラウンド程度）であった。また、鉄の $K_{\alpha 1}$ 線（6.40KeV）の強度については、前者で1242、後者で1370であり、ほぼ同等の強度を示すことから、青色部分のスペクトルで7.0 KeV付近のピークはコバルト $K_{\alpha 1}$ 線に起因するもので鉄の寄与はほとんどないものと

表1 陶片試料の化学分析結果

試料名	確認された元素
C-4（青）	Fe, Co (tr.) , Mn
C-4（無色）	Fe
C-16（青）	Fe, Co (tr.) , Mn
C-16（無色）	Fe
C-Y-1（青）	Fe, Co, Mn
C-Y-1（無色）	Fe, Mn (tr.)
C-Y-3（青）	Fe, Co (tr.) , Mn
C-Y-3（無色）	Fe
C-Y-6（青）	Fe, Co (tr.) , Mn
C-Y-6（無色）	Fe
C-Y-10（青）	Fe, Co (tr.) , Mn
C-Y-10（無色）	Fe
C-Y-11（青）	Fe, Co (tr.) , Mn
C-Y-11（無色）	Fe,
C-Y-13（青）	Fe, Co (tr.) , Mn
C-Y-13（無色）	Fe, Mn (tr.)
H-Y-11（青）	Fe, Co (tr.) , Mn
H-Y-11（無色）	Fe

(註) tr.は痕跡を示す

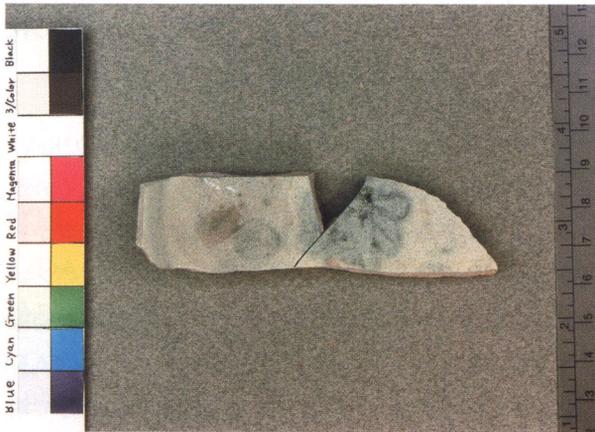


写真1 再測定試料 C-4



写真4 再測定試料 C-Y-6



写真2 再測定試料 C-16



写真5 再測定試料 H-Y-11



写真3 再測定試料 C-Y-1

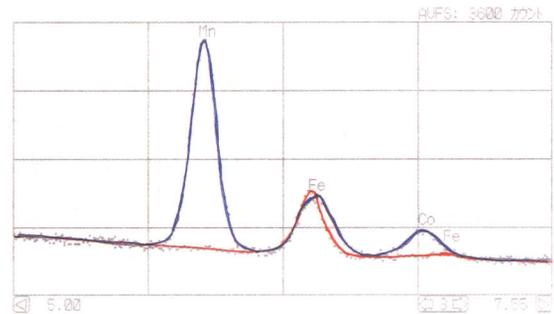


図1 試料 C-Y 11の蛍光 X 線スペクトル：横軸はエネルギー (KeV)、縦軸は強度 (任意単位) を示す。図中の青線は青色部分、赤線は無色部分の測定結果である。

考えられる。この結果から青色部分にはコバルトの存在が確認できた。別の試料では鉄の $K\beta_1$ 線の位置に微小のピークを確認できることもあったことを付記する。

またマンガンについても、 $K\alpha_1$ 線 (5.89KeV) を注目すると、青色試料でのみピークを確認できることから、発色に関与する成分と考えることができよう。

表1によれば、今回供試したすべての試料の青色部分からコバルトの存在が確認されたが、無色部分では検出されなかった。また、すべて試料において無色部分より青色部分の方がマンガンの含有量が圧倒的に多かった。これらは無色部分と青色部分の定性的な比較によるものであり、量的な計測はコバルトにおいては困難で、含有

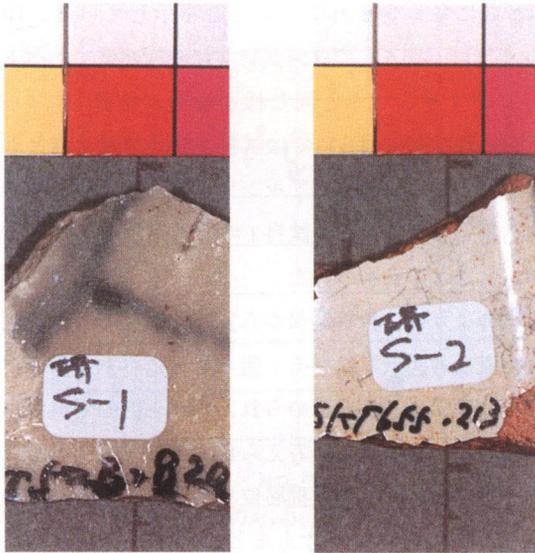


写真6 試料1
(青花双龍文輪花皿)

写真7 試料2
(白釉盤)



写真8 試料1のクロスセクション

写真9 試料2のクロスセクション

量としては痕跡程度であった。

以上により、今回再測定した試料の青色部分の発色は、コバルトとマンガンの2元素が深く関与していることが明らかとなった。さらに、今回の長時間計測によってコバルトが検出されたことは、一部の報告において染付にコバルトが関与していないとの指摘について測定方法についての再検討を迫ることとなった。

3. 堺環濠都市遺跡出土陶磁資料の化学分析²⁾

ベトナム古陶磁に関して、「青花絞り手トンボ絵の茶碗」を中心とした一群の品々について、形状・釉薬の色調、青花のにじみ具合等、他の一般的ベトナム青花と比べてかなりの外見的差異が指摘され、これは従来より検討の必要が提示されてきた問題の一つであった。これらはベトナムへの特注品ではないか、あるいは生産地はどこか、等の議論があったが、幸いにも堺市埋蔵文化財センターの発掘調査の過程でこの一群のものと考えられる陶片、青花双龍文輪花皿が発掘され、その分析結果と以前分析したベトナム陶磁資料との結果照合により何かヒントが得られるのではないかと期待した。

一方、白釉盤は一見してミャンマー白釉磁器と認識される遺物であるが、元素分析の結果により確証を得たいと考えた。

3.1 分析試料

今回分析したのはつぎの二種の試料である。

試料1(S-1): 青花双龍文輪花皿: 堺環濠都市遺跡 (SKT528地点) 墓地整地層 (17世紀第2四半期以降) 出土²⁾

試料2(S-2): 白釉盤: 堺環濠都市遺跡 (SKT655地点) 整地層 (16世紀中から17世紀初め) 出土³⁾

3.2 分析方法

1) 前処理

まず、資料を光学顕微鏡で観察し、写真撮影(写真6及び8)をおこなった。つぎに陶片の目的にあった微小部分(釉薬部分および胎土部分の両方を含む)を切断し、アクリル樹脂中に包埋した。後に実施する分析のために試料の断面を出し、これに数段階の研磨によって鏡面仕上げを施した(写真7および9)。

2) 蛍光X線分析法による元素組成分析

電導性を上げるため、クロスセクション表面に炭素による蒸着をおこなったのち、試料を走査型電子顕微鏡により適切な倍率(釉薬は800倍、胎土は300倍)に拡大し観察した。その後、釉薬と胎土の各部分について付属のエネルギー分散型蛍光X線分析装置を用いてスタンダードレスで元素組成の定量分析を実施した。使用した装置は2.2に述べた装置と同様である。分析に際しては、光学顕微鏡で同じ様な色調を示した領域のなかで任意の3箇所(表2中の各a~c)を選択した。なお、慣例に

表2 陶片試料の化学分析結果

S-1 glaze	a	b	c	Average
MgO	1.51	1.88	2.71	2.03
Al ₂ O ₃	16.27	13.79	14.83	14.96
SiO ₂	63.49	60.81	59.4	61.23
K ₂ O	1.9	1.44	1.48	1.61
CaO	14.68	18.94	17.86	17.16
TiO ₂	0.85	0.94	0.9	0.90
MnO ₂	0.32	0.59	0.49	0.47
Fe ₂ O ₃	0.98	0.92	1.01	0.97
CoO	0	0.04	0.07	0.04
S-1 base	a	b	c	Average
Al ₂ O ₃	21.76	19.69	19.47	20.31
SiO ₂	73.25	75.47	75.4	74.71
K ₂ O	2.47	2.39	2.45	2.44
TiO ₂	1.33	1.05	1.18	1.19
Fe ₂ O ₃	1.19	1.41	1.5	1.37
S-2 glaze	a	b	c	Average
MgO	2.32	2.12	2.22	2.22
Al ₂ O ₃	10.27	9.44	9.21	9.64
SiO ₂	47.88	41.62	42.12	43.87
K ₂ O	3.35	1.93	1.68	2.32
CaO	3.43	3.09	3.5	3.34
TiO ₂	0.71	0.53	0.62	0.62
Fe ₂ O ₃	1.25	1.26	1.5	1.34
SnO	7.81	11.12	7.32	8.75
PbO	22.85	28.89	31.84	27.86
S-2 base	a	b	c	Average
Al ₂ O ₃	22.6	22.64	19.79	21.68
SiO ₂	67	67.04	67.8	67.28
K ₂ O	2.24	2.32	2.04	2.20
TiO ₂	1.21	1.42	1.06	1.23
Fe ₂ O ₃	6.94	6.58	9.32	7.61

註) 表中の数値は試料の元素組成比(百分率)を示す

従い、各箇所元素別の組成値は酸化物の形で計算している。

3.3 分析結果と考察

分析結果を表2に示した。分析した3箇所の元素組成比(百分率)の算術平均をとって、各代表値とした。ただし、それぞれglazeは釉薬を、baseは胎土を表わす。

表2における各試料の含有元素組成比(平均値)を、前報で報告した図上に載せ、図2~6に示した。胎土のAl₂O₃-SiO₂濃度図(図2)では試料1がベトナム試料群付近に、試料2がミャンマー試料群付近に位置した。Fe₂O₃-K₂O濃度図(図3)では、試料1が鉄含有率が高いことがわかる。釉薬のAl₂O₃-SiO₂濃度図(図4)では試料1はベトナムを中心とした試料群と同位置に、試料2はAl₂O₃-

SiO₂ともに多く含まれていることを示している。TiO₂-Fe₂O₃濃度図(図5)では両試料共に濃度が低く、ベトナムおよびミャンマーと同じ様な場所に位置している。SnO-PbO濃度図(図6)では試料2だけが両元素とも高濃度示している。これはミャンマー試料の特徴と全く同様の結果となった。また試料1の青色発色はCoによるものであることが推察された。

上述のように、分析結果から試料1すなわち青花双龍文輪花皿は各図上では釉薬・胎土ともにベトナム資料群付近に位置することが認められ、この一群の資料はベトナム陶磁と同種のものと考えられる裏付けの一つとなった。また、分析試料の発掘層位も17世紀を示すとのことであり、重ねあわせて考えると大変興味のある結果であった。もっとも、分析試料が一点ではあまりに少なく、今後も同種試料の分析作業の蓄積が必要であることはいうまでもない。

試料2すなわち白釉盤はミャンマー白釉磁器と推察していたが、分析結果もこれを支持し、各図上で以前分析した白釉陶片群に位置し、Snの検出も認められ、従来の考察と異なるところはない。むしろ、この時代にミャンマーの陶磁器がすでに堺の町に伝来していたことに驚きを感じるものである。

後頁に、堺市教育委員会のご好意により、試料1の青花双龍文輪花皿の写真と実測図を掲載する。

4. おわりに

著者らは會田が陶芸作家・古陶磁研究者で、松田が分析化学・材料科学を専門とする科学者であり、互いに違う分野に立脚点をもっている。両者は本学に籍を置くことにより出会い、會田の指導に松田が参加する形で一連の東南アジア古陶磁の研究を開始してすでに5年が経過した。この芸術と科学技術の邂逅は、研究者個人間の係わりから出発して、新たな知の創造作業を促してきた。

本学の設立の理念である「芸術と科学技術の融合」や「科学技術の運用を芸術の立場で再構築すること」をいかに具現化していくか、その方策は多々あれど、解決の難しい問題である。本学の営みがそれを体現しているといってもよからう。しかし、21世紀には答をださねばならない。

著者らの試みてきたことは、まず互いの専門分野にと

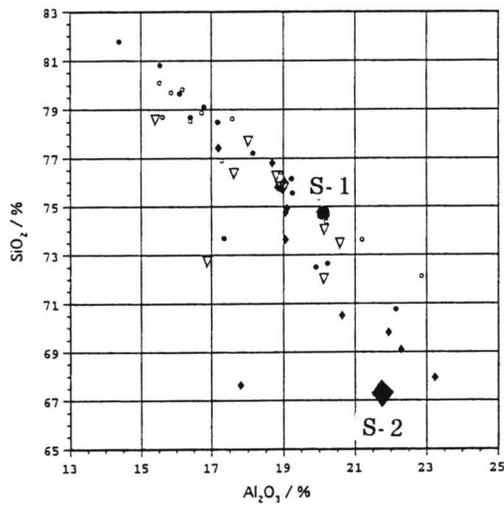


図2 胎土のAl₂O₃濃度分布図

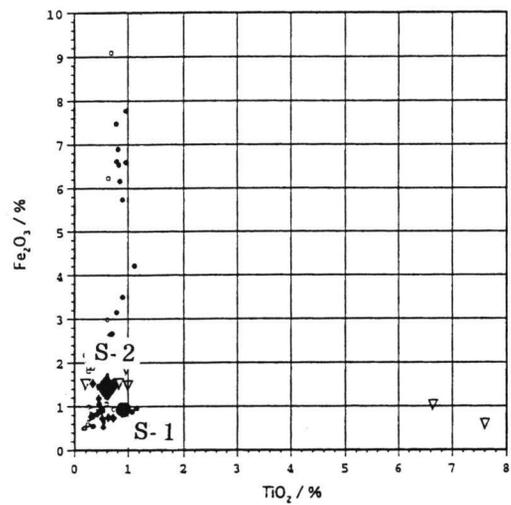


図5 釉薬のTiO₂-Fe₂O₃濃度分布図

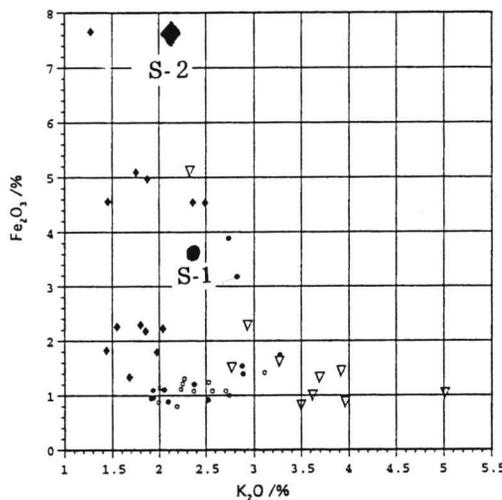


図3 胎土のK₂O-Fe₂O₃濃度分布図

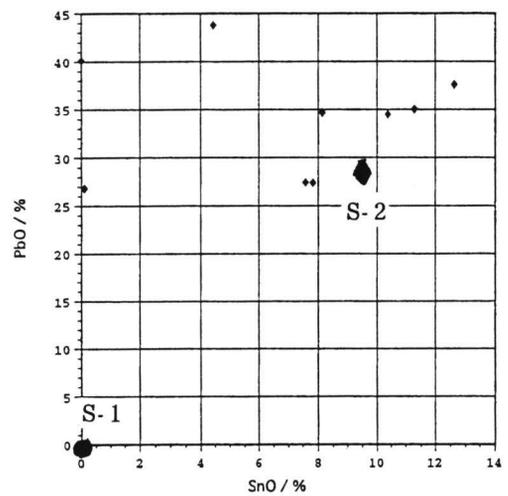


図6 ミャンマー試料釉薬のSnO-PbOの濃度分布図

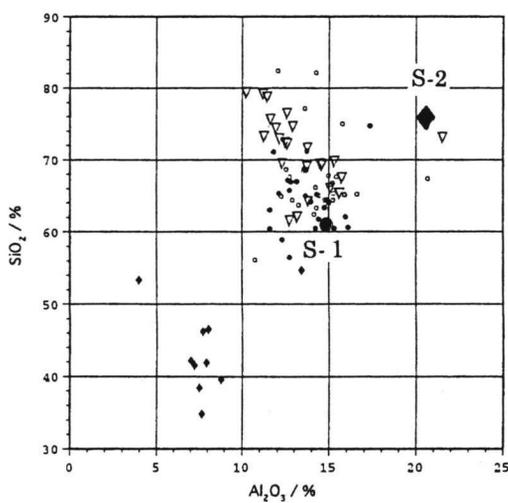


図4 釉薬のAl₂O₃-SiO₂濃度分布図

注) 図2～6の記号はそれぞれ以下の試料を示す。

- ……ホップ・レー
- ▽……ホー・フィエン
- ……チュー・ダウ
- ◆……ミャンマー

らわれず胸襟を開き知の共有化をおこなうこと、それにしたがってさまざまな問題点を明らかにし共同して解決策を探ること、得られた答を互いの専門分野の知に照らし合わせ、再度検討すること、である。本稿の前半部分、陶片試料の再測定については、まさに今述べた真理に迫る学問的な手続きのなかで得られた新たな成果といえる。後半部分は、さらに堺市埋蔵文化財センターの協力を得て考古学・歴史学の知識も加わり、三つ巴になりながら興味深い結論を導き出せたと考えている。

東北芸術工科大学に要求される知の構築の一つの試みとして、著者らの研究は価値あるものと確信している。専門を異にする複数の研究者が、さまざまな壁や障害を乗り越え一つの目的に向かって成果を出していく行程もまんざらではない。

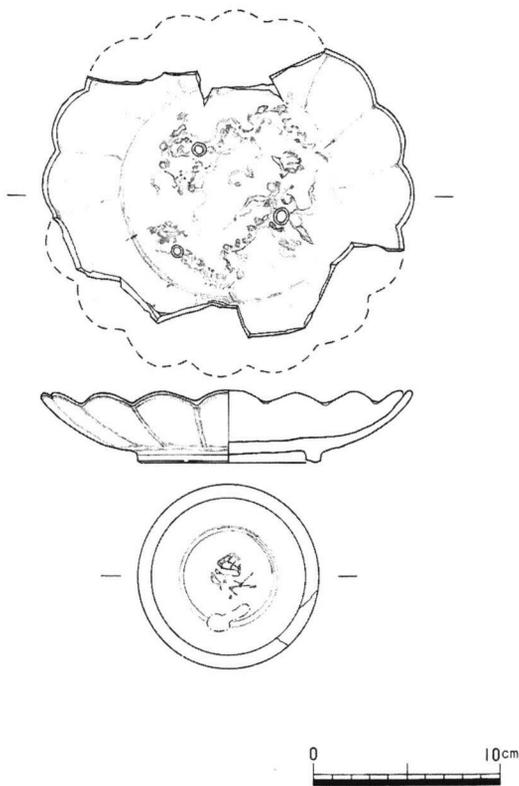
謝 辞

本研究は平成9年度東北芸術工科大学特別研究費（研究題目「東南アジア古陶磁の素材および製作技法を通じ、固有文化の交流を巡る研究」）の助成を受けて実施された。また本研究中の一部の資料は堺市教育委員会のご好意により提供されたものである。本研究の遂行にあたっては、本学芸術学科文化財保存科学コース学生の協力を得た。関係各位に対し深謝の意を表す。

参考文献

- 1) 會田雄亮・松田泰典・塚田全彦：東南アジア古陶磁の特性について（1）- ベトナムおよびミャンマー採集陶片の化学分析、東北芸術工科大学紀要4号（1997）、p.34～41
- 2) 會田雄亮・松田泰典：環濠都市遺跡出土遺物の蛍光X線分析結果報告、堺市文化財調査概要報告第77冊（1998）、p.24～27、堺市教育委員会
- 3) 堺市教育委員会：堺市文化財調査概要報告第71冊（1998）、図版18-6、堺市教育委員会

（注）本稿を「東南アジア古陶磁の特性について（2）」とし、前報¹⁾を遡って「東南アジア陶磁の特性について（1）」とする。



SKT528地点出土青花双龍文輪花皿