

ベトナム北部および中部から出土した青磁の化学組成の分析

二神葉子¹⁾・青柳洋治²⁾・杉下龍一郎³⁾

1. はじめに

ベトナムでは、紀元1世紀頃から現在に至るまで、青磁、白磁、鉄絵、青花などさまざまな種類の陶磁器が製作されていた。

ベトナム陶磁は東南アジア各地から大量に出土しているし（たとえば青柳ほか：1992、森本：1993）、西アジアへも輸出されているなど（たとえば會田：1993）、アジアの陶磁史の中で無視できない。さらに近年、日本各地の遺跡からベトナム陶磁の出土が報告されており（森本：1993）、今後の研究課題も多い。

ベトナム陶磁の特徴としては、中国の陶磁器の影響を強く受けていることが挙げられ（長谷部：1990）、器形や文様も類似のものがみられる。ベトナム陶磁を中国陶磁など他の陶磁器と明確に区別することは、アジア各地から出土する陶磁器の生産地を正しく認識し、アジア地域における当時の貿易面での交流の様相を知る上で重要であると考えられる。

しかしながら、地元のベトナムでは戦乱の影響などによって本格的な発掘調査は一部の遺跡についてしか行われておらず、窯址出土の遺物を用いた陶磁器の編年や化学組成に関する研究は、青柳ほか：1992によるベトナムの窯址の調査報告、ベトナム中部のゴサイン窯から出土した青磁の編年を行った山本ほか：1993、放射化分析の結果から出土陶磁器をベトナム産と中国産に分類した山崎ほか：1993など、最近になって始まったばかりである。さらにこれまでは、ベトナム陶磁であるか否かは、形状や文様、釉の色調によって経験的に判断されていることが多かった。しかし、ベトナム陶磁の中には中国の製品と区別がつかないほど外見が似ているものもあり、このような陶磁器が窯址以外から出土した場合、中国製とされてきた場合がないとはいえない。また、中国陶磁との化学組成の相違に基づく分析的な比較もほとんど行われていないために、中国陶磁との製作技法上の類似点、相違点が不明であった。こうしたベトナム陶磁の研究の遅れによって、ベトナム陶磁の製作技法の起源や、貿易史におけるベトナム陶磁の位置づけに不明瞭な部分が数多く存在している。

こうした点をふまえて本研究では、ベトナム北部および中部の遺跡から出土した青磁を試料として、その化学組成の分析を行った。さらに、本研究での分析値を中国青磁の分析値と比較することで、ベ

¹⁾東京国立文化財研究所国際文化財保存修復協力センター 〒110 東京都台東区上野公園13-27

²⁾上智大学アジア文化研究所 〒102 東京都千代田区紀尾井町7

³⁾東京芸術大学美術学部保存科学教室 〒110 東京都台東区上野公園12-8

トナム青磁の特徴を明らかにした。

2. 試料

本研究で扱った11点の試料の採集地はベトナムの北部および中部の遺跡で、窯址、物原であり、試

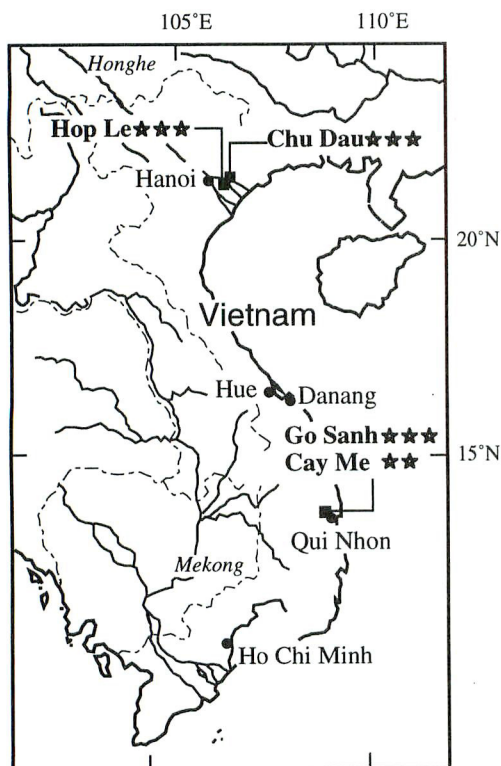


図1 ベトナム窯址分布

☆の数は分析したサンプルの数を表す

Fig. 1 Map of Vietnam Showing Kiln Sites
Numbers of ☆ represent the numbers
of samples examined in this research.

料はすべて遺跡からの表面採集によって得られたものである。試料の年代は、伴出の中国陶磁の年代や、同形式の製品の海外での出土状態などから14世紀から16世紀であると思われる(図1)。ベトナム北部の遺跡はChu Dau (チューダオ), Hop Le (ホプレ) の2カ所で、いずれもハノイの近辺にある。ベトナム中部の遺跡はGo Sanh (ゴーサイン), Cay Me (カイメ) で、かつてチャンパ王国の首都ヴィジャヤであったクイニョンの近辺にある。

分析に供するために、試料は器表に直交する面でダイヤモンドカッター(ビューラー社製アイソメット)で長さ1 cm, 厚さ2 mm程度に切断し、超音波洗浄した後50℃程度のオープンで乾燥させた。乾燥させた試料はポリエステル樹脂(リゴラック)に包埋し、樹脂が固化した後表面を鏡面に研磨して仕上げた。

素地および釉の化学組成を、国立歴史民俗博物館のJEOL製JSM-820走査型電子顕微鏡付属のエネルギー分散型蛍光X線分析装置フィリップス製

EDAXを用いて分析した。測定条件は加速電圧20kV, ワーキングディスタンスは39mmである。定性分析の後、付属の定量用プログラムを用いてスタンダードレスで定量を行い、その際、各成分は慣例に従い酸化物の形で表した。定量したのは主成分のSiO₂, Al₂O₃, P₂O₅, FeO, TiO₂, MnO, CaO, MgO, K₂O, Na₂Oである。測定は素地では電子顕微鏡の倍率を50倍、釉では1000倍程度とし、器表に近い部分や古い破断面、素地と釉の境界付近を避けて1試料につき素地、釉それぞれ測定箇所を変えて3回行った。この3回の測定の定量結果の算術平均をとって、その試料の分析結果とした。

なお、前報(二神:1995)では、試料の実体顕微鏡観察を行った関係で低真空、無蒸着の条件で分析を行ったが、本研究では試料に炭素蒸着を施し、高真空で分析を行った。

3. 分析結果

分析試料および分析結果を表1に示す。

表1 ベトナム青磁素地および釉の化学組成

Table 1 Chemical Composition of Vietnamese Celadon

body

Sample name	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	FeO	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
Chu Dau 10	73.7	20.9	0.1	0.8	0.9	-	0.7	0.1	2.8	-
Chu Dau 17	75.7	19.7	0.1	0.6	1.0	-	0.2	0.1	2.6	-
Chu Dau 28	75.4	18.8	0.2	0.9	1.0	0.1	0.4	0.1	3.1	-
Hop Le 8	76.0	18.7	0.2	0.9	1.2	-	0.6	-	2.3	-
Hop Le 9	76.3	17.6	0.6	0.6	0.9	-	0.6	0.5	2.3	0.5
Hop Le 10	75.0	20.0	0.1	0.9	1.0	-	0.6	0.1	2.3	-
Cay Me 1	73.4	20.1	0.3	2.3	1.0	0.1	0.4	-	2.5	-
Cay Me 3	70.8	21.8	0.3	2.4	0.9	-	0.6	-	3.1	-
Go Sanh 1.2	77.4	16.1	0.2	1.6	0.5	-	0.5	-	3.8	-
Go Sanh 2.6	76.5	17.3	0.2	2.4	0.2	-	0.2	-	3.3	-
Go Sanh 2.8	78.8	16.0	0.2	1.5	0.3	-	0.3	-	3.0	-

glaze

Sample name	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	FeO	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
Chu Dau 10	62.9	17.7	0.6	1.4	0.3	-	12.6	1.7	2.8	-
Chu Dau 17	61.6	15.8	0.7	0.6	0.7	-	18.5	0.7	1.4	-
Chu Dau 28	61.5	16.4	1.1	1.0	0.2	0.2	14.5	2.0	3.1	-
Hop Le 8	63.2	16.2	0.8	1.4	0.3	-	14.7	1.0	2.4	-
Hop Le 9	67.8	15.1	1.3	1.3	0.8	0.1	9.6	1.6	2.4	-
Hop Le 10	63.0	14.9	0.3	2.5	0.8	-	15.2	1.5	2.1	-
Cay Me 1	66.5	15.0	0.8	1.5	0.3	0.1	13.0	0.4	2.4	-
Cay Me 3	66.6	17.4	0.7	1.8	0.5	0.1	9.4	0.6	2.9	-
Go Sanh 1.2	71.0	12.8	0.8	1.6	0.5	0.1	9.6	0.8	2.9	-
Go Sanh 2.8	65.6	13.3	1.0	1.3	0.3	0.1	14.8	1.3	2.1	-

3.1 素地について

SiO₂の含有量はもっとも少ないものでCay Me 3の70.8%，もっとも多いものでGo Sanh2.8の78.8%で，その他の試料は73～76%である。

Al₂O₃の含有量はもっとも少ないものがGo Sanh 2.8の16.0%，もっとも多いものはCay Me 3の21.8%，その他の試料はほとんどが17～20%である。

P₂O₅はほとんどの試料で0.1～0.2%である。

FeOの値はCay MeおよびGo Sanhでは1.5%以上を示す。Chu Dau, Hop Leでは0.6～0.9%である。

TiO₂の値はもっとも少ないのがGo Sanh2.6の0.2%，もっとも多いのがChu Dau17, Cay Me 1の1%である。

CaOの含有量は0.2～0.7%の範囲である。

MgOの値は0.5%までの範囲にあるが，検出限界以下の試料が半数である。

K₂Oは少ないもので2.2%，多いもので3.8%に達するが，Hop Leの試料が2.2%のほかは2.5～3%の範囲にある試料が多い。

Na₂Oが検出されなかった試料が多いが，これはナトリウムが軽元素の検出限界に近いことも原因

になっているものと思われる。

3.2 釉について

釉は SiO_2 の含有量がもっとも高いGo Sanh 1.2で71.0%を示すが、ほとんどの試料で61～67%の間にある。 Al_2O_3 の値は13～18%の間にあるが、多くの試料で16～17%である。

融点を下げる役割を有する融剤成分（アルカリ金属およびアルカリ土類金属の酸化物： R_2O 、 RO と表す）は CaO の含有量が素地に比べて非常に高く、低いもので9.3%、高いものでは18.5%に達する。また融剤成分同士を比較すると、 K_2O および Na_2O に比べて CaO の含有量が高いことがわかった。さらに PbO は検出されなかった。このことから、 PbO の含有量の多い鉛釉や、 K_2O および Na_2O の多いアルカリ釉ではなく、石灰釉が用いられていることが判明した。 P_2O_5 の含有量は低いもので0.6%、高いもので1.3%程度であった。

その他の融剤成分は、 K_2O は1.4～3.1%の範囲にあるが、2%台の試料がほとんどである。 Na_2O は検出限界以下であった。

FeO はもっとも低いもので0.6%、もっとも高いもので2.5%の試料があるが、それ以外はすべて1%台である。

4. 考察

ベトナム陶磁は中国陶磁の影響を強く受けているといわれ、類似した陶磁器も多い。しかし、さきに述べたようにベトナム陶磁の原料や焼成温度など製作技法はまだよくわかっておらず、その点製作技法が比較的良好に知られている中国陶磁と対比してみることは、ベトナム陶磁と中国陶磁との相違点

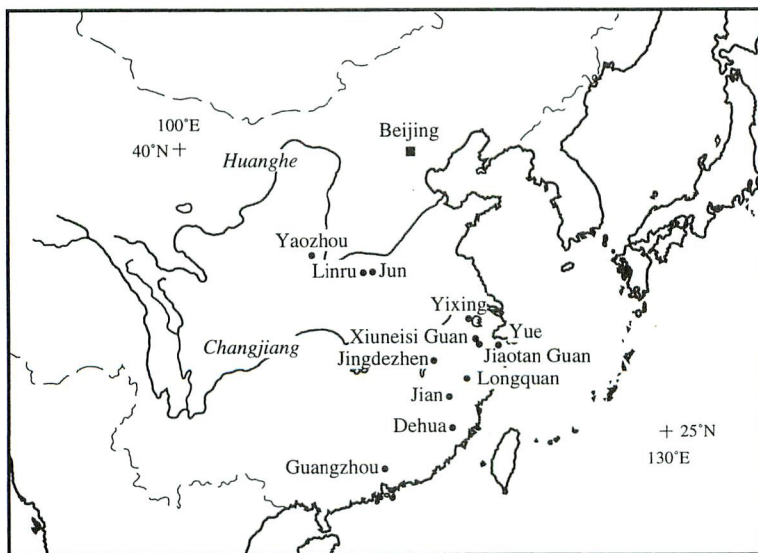


図2 中国窯址分布

大阪市立東洋陶磁美術館（1990）を一部改変して本研究で扱った窯址を示す

Fig. 2 Map of China showing kilns examined in this research

を明確にし、産地推定に役立つだけではなく、ベトナム陶磁そのものの原料や焼成温度など製作技法を推定するうえでも有意義であると考えられる。そこで、本研究では主成分である SiO_2 と Al_2O_3 について中国産の青磁の化学組成の分析値（郭：1985）との比較を行った。比較に際してこれらの値を用いたのは、主成分の値の類似や相違に、原料の類似や相違が現れると考えたためである。比較に用いた中国青磁の試料が製作されたとされる地点は図2に示したとおりである。

・素地

図3にベトナムと中国の青磁の素地の SiO_2 と Al_2O_3 の重量%の関係を示す。

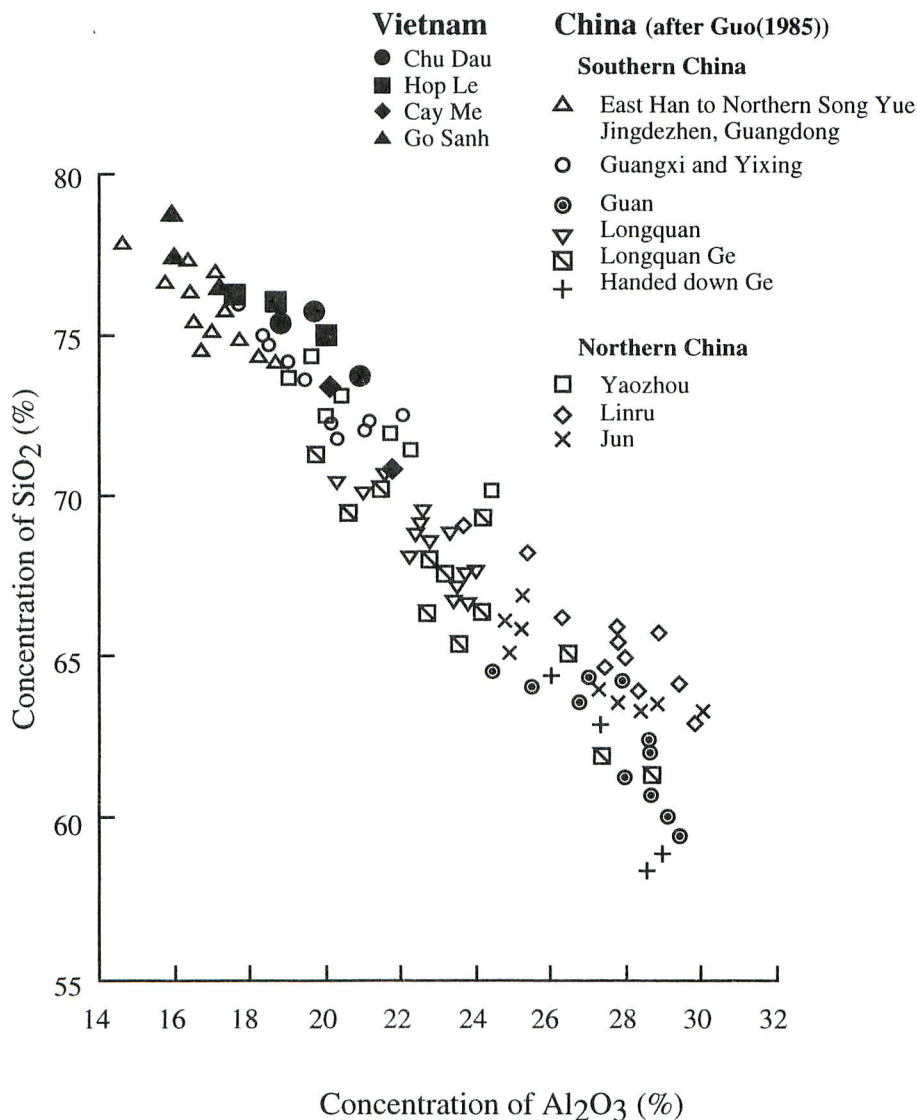


図3 ベトナムおよび中国産青磁の化学組成分布（素地）

（郭演儀：1985に加筆・一部改変）

Fig. 3 Plot of the SiO_2 - Al_2O_3 Content of Vietnamese and Chinese Celadon (Body)

今回分析したベトナムのほとんどの試料は中国のものと同様、全体から SiO_2 と Al_2O_3 の値を除いた値とほぼ一致する融剤成分である $\text{RO}+\text{R}_2\text{O}$ の含有量が5～10%の範囲に含まれている。ベトナムの試料は SiO_2 の値が大きく、 Al_2O_3 の値が小さいので、グラフでは左上に値が集中している。これは、中国青磁の中で越(えつ, Yue)窯など南方の窯の製品に近い。中国南方の窯で SiO_2 の値が高いのは、瓷石(じせき)とよばれる石英の多く含まれる原料を用いているためである(郭:1985)。このことから、ベトナムの青磁の素地には中国南方の窯と同様、瓷石が主な原料として用いられていたと考えられる。

中国南方、現在の浙江省に位置する龍泉(りゅうぜん, Longquan)窯では、時代が下るに従って Al_2O_3 の含有量が増加している。これは、原料としてより風化の進んだ瓷石を用いるようになったことや、水簸などの原料の精製技術の進歩によるとされる(郭:1985)。ベトナムの試料の Al_2O_3 の含有量を見ると、Go Sanhが低く、Cay Meが比較的高い。現時点ではこれを、Cay Meのほうが試料の年代が新しいとも解釈できるし、また技術が進んでいるなどと解釈することも可能である。これらの推論を検証するためには、さらに多数の分析試料と、また年代決定のための考古学的なデータも合わせて解釈する必要がある。

・釉

図4に素地と同様、ベトナムと中国の青磁の釉の SiO_2 と Al_2O_3 の重量%の値を縦軸と横軸にとった図を示す。

今回分析したベトナムの試料では、 Al_2O_3 の値はほとんどが15～18%を示し、中国の試料の値と比べて比較的高い方に位置している。また SiO_2 は61～68%の範囲にある。試料数が少ない問題はあるが、融剤成分である $\text{RO}+\text{R}_2\text{O}$ (全体から SiO_2 と Al_2O_3 の値を引いた値とほぼ等しい)の値が比較的低く SiO_2 の含有量が多い鈎(きん, Jun)窯や臨汝(りんじょ, Linru)窯、耀州(ようしゅう, Yaozhou)窯などの中国の北方の窯の値とはベトナムの試料は異なった傾向を示し、釉についても素地と同様、南方の試料に近い値を示している。

ベトナム青磁と中国の青磁との関係については、龍泉窯との関連性が指摘されている。たとえば町田市立博物館(1994)や、矢部(1978)は、形態からベトナムの青磁の一部が中国の龍泉窯の製品を模倣していると指摘している。また、山崎ほか(1993)の微量元素の放射化分析による産地推定では、中国産であるとされたベトナム出土の数点の青磁の中には、形状などから龍泉窯の製品ではないかとされるものがある。

本研究によれば、さきに述べたようにベトナム産青磁の素地や釉の主成分の組成は中国南方の窯の値と近く、これらの窯では同じような原料を用いて青磁が作られていたことがわかる。龍泉窯についても原料には瓷石が用いられているとされるが、今回分析したベトナム青磁はここに挙げられた龍泉窯の分析値と比較すると、素地の SiO_2 の値が高く、 Al_2O_3 の値は低めとなっている。しかし、Cay Me 3のように、龍泉窯の分析値の分布域内に入るものもある。 SiO_2 と Al_2O_3 の値の違いによってベトナム

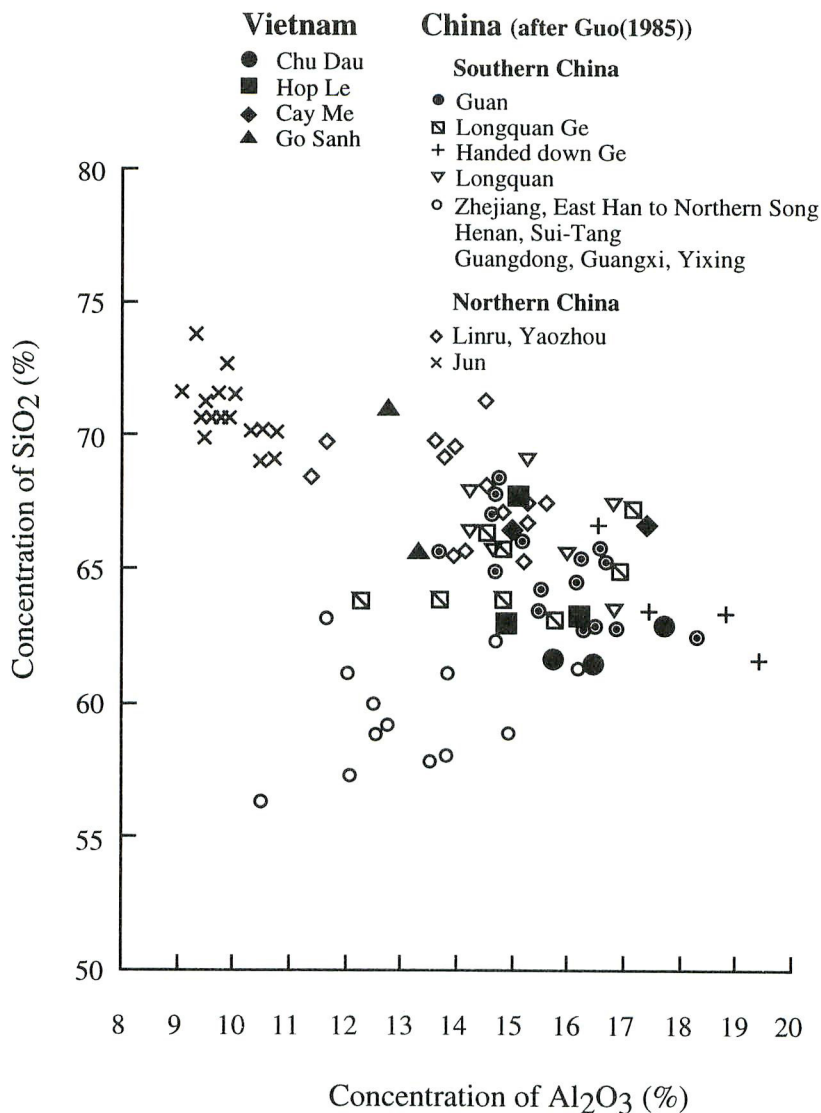


図4 ベトナムおよび中国産青磁の化学組成分布 (釉)
(郭演儀：1985に加筆・一部改変)

Fig. 4 Plot of the SiO_2 - Al_2O_3 Content of Vietnamese and Chinese Celadon (Glaze)

青磁と龍泉窯の青磁とを区別できるかどうかは、今後のベトナム、龍泉双方の分析例の増加によって明らかになるものと思われる。

5. まとめ

今回分析したベトナム産青磁では、素地は SiO_2 の含有量が比較的高いという特徴があり、釉は CaO の含有量が他の融剤成分に比べて高く、石灰釉を用いていることが明らかになった。

また、素地、釉とも SiO_2 と Al_2O_3 の含有量が、中国北方の窯と比べると中国南方の窯と近い値であった。このことは、ベトナム産青磁が中国南方の諸窯と原料の選択において類似していることを意味し

ている。また、素地の SiO_2 の含有量が高く、ベトナム産青磁はやはり中国南方の窯と同様に、瓷石を主な原料として用いていたと考えられる。形態上の類似が指摘されており、やはり瓷石を原料としていた龍泉窯の青磁とは、前報（二神：1995）発表の際の分析では SiO_2 と Al_2O_3 の値からは区別がつかなかった。前報では、試料の断面観察を行おうとした関係で試料に炭素を蒸着せずに分析を行った。しかしながら今回は、測定精度を上げることを目的として試料に炭素蒸着を施し、1試料あたりの分析回数を増やした。そして、ベトナム青磁では龍泉窯の青磁と比べて SiO_2 が高く、 Al_2O_3 は低い傾向にあるという結果となり、区別ができた。今後分析の点数を増やし、両者の関係について明らかにしていきたい。

謝 辞

東京国立文化財研究所保存科学部三浦定俊部長、佐野千絵主任研究官には分析試料を入手するにあたりお世話いただき、さらに分析にあたっご指導いただいた。西東京科学大学工学部物質工学科の林剛教授、大津賀望教授には、陶磁器の分析にあたっご指導いただいた。国立歴史民俗博物館の齊藤努助手からは、X線マイクロアナライザー（EPMA）による分析に関してご指導いただき、また、分析機器を使用させていただいた。上智大学田中和彦氏、服山玲子氏、東京大学文学部考古学研究室田口みどり氏には文献資料の閲覧にご便宜を図っていただいた。東京都立大学理学部地理学科隈元崇助手からは有益な助言をいただいた。記して感謝いたします。

文 献

- 會田雄亮（1993）東南アジアの染付—安南染付について—。目の眼200，p.85-91.
- 青柳洋治・小川英文（1992）ベトナム陶磁器の編年的研究と古窯址の調査報告—ベトナムの古窯址と貿易港Van Donを訪ねて—。東南アジア考古学会会報12，p.58-74.
- 大阪市立東洋陶磁美術館（1990）東洋陶磁の展開。p.215
- 長谷部楽爾（1990）インドシナ半島の陶磁—山田義雄コレクション—。瑠璃書房，p.348.
- 二神葉子・青柳洋治・杉下龍一郎（1995）北部・中部ベトナム出土陶磁器の元素分析。日本文化財科学会第12回大会研究発表要旨集，日本文化財科学会，p.80-81.
- 町田市立博物館編（1994）ベトナム・タイ・クメールの陶磁—中村三四郎コレクション—。町田市立博物館図録84，p.111.
- 森本朝子（1993）ベトナムの貿易陶磁—日本出土のベトナム陶磁を中心に—。上智アジア学11，p.47-73.
- 矢部良明（1978）タイ ベトナムの陶磁。陶磁大系47，平凡社，p.143.
- 山本信夫・長谷部楽爾・青柳洋治・小川英文（1993）ベトナム陶磁の編年的研究とチャンパ古窯の発掘調査—ゴーサイン古窯址群の発掘調査—。上智アジア学11，p.163-180.

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11, p.101-110.

Yoko FUTAGAMI, Yoji AOYAGI, Ryuitiro SUGISITA(1996) Chemical Studies on 14th-16th
Century Vietnamese Celadon Excavated from Kiln Sites. ICOM Committee for Conservation
Preprints 1996, Volume II. James and James (Science Publishers) Ltd., p.993

郭演儀（1985）中国南北方青瓷．中国古代陶瓷科学技術成就, p.146-161.

(1996年2月20日受理)

Chemical Studies in Vietnamese Celadon Excavated from Kiln Sites

Yoko FUTAGAMI¹⁾ Yoji AOYAGI²⁾ Ryuitiro SUGISITA³⁾

¹⁾Japan Center for International Cooperation in Conservation, Tokyo National Research Institute of Cultural Properties, 13-27, Ueno Park, Taito-ku, Tokyo

²⁾Institute of Asian Studies, Sophia University, Kioi-cho, Chiyoda-ku, Tokyo

³⁾Conservation Laboratory, Faculty of Fine Arts, Tokyo National University of Fine Arts and Music, 12-8, Ueno Park, Taito-ku, Tokyo

Vietnamese ceramics are unearthed from Southeast Asia, Japan, even in the Middle East. It is said that they have been strongly influenced by Chinese ceramics and sometimes they feel much difficulty to distinguish Vietnamese ceramics from Chinese ones. However, there were few examples of analyzing chemical composition of Vietnamese ceramics, thus the similarity or difference between Vietnamese and Chinese ceramics in chemical composition is still not clear.

In this study, an analysis of chemical compositions of Vietnamese celadon sherds from several Vietnamese kiln sites of 14-17 centuries was undertaken by using energy-dispersive x-ray spectrometry (EDX) coupled with scanning electron microscope (SEM).

The results showed that Vietnamese celadon body examined here has relatively high-SiO₂ and low-Al₂O₃ content. The content of glaze is relatively high in CaO, that is relatively low in K₂O and Na₂O and PbO is not detected.

The results of this examination were compared to the chemical compositions of Chinese celadon from several kilns. They indicated that the amount of SiO₂ and Al₂O₃ of Vietnamese celadon body and glaze is similar to that of Chinese ones from southern Chinese kilns. Some researchers say that some Vietnamese celadon is very similar in color and shape to the celadon from Longquan Kiln, China. However, the result indicated that Vietnamese celadon body examined here has higher SiO₂ and lower Al₂O₃ content than that of Longquan ones. Although further examination and archaeological study are needed to reinforce this hypothesis, there is possibility to distinguish Vietnamese celadon from Longquan celadon by using the value of SiO₂ and Al₂O₃.

(Received February 20, 1996)