

ベトナム産古陶磁器の自然科学的研究。釉の化学分析

ベトナム古窯址調査団¹⁾・肥塚隆保²⁾・二宮修治³⁾・網千守⁴⁾・山崎一雄⁵⁾

1. 研究目的

ベトナム古窯址調査団がベトナム社会科学院国立考古学研究所と共同して1990～1994年に4次にわたる現地調査の際に入手した114個の陶磁器片については、すでにそれらの胎土の微量成分について「東西海上交流史研究」(ベトナム古窯址調査団ほか, 1996, 第1報に相当)に、またこれら微量成分のクラスター分析による産地推定については「東洋陶磁」(同一著者, 1996, 第2報に相当)にそれぞれ報告を印刷中である。ここでは最後にこれら古陶磁片の釉の化学分析結果(山崎一雄他, 1993参照)について報告する。これら一連の研究の目的はベトナム陶磁器の地域的な特質を抽出し、ベトナム陶磁器の歴史的展開を具体的、かつ実証的に組み立て直すことである。

2. 研究方法

陶磁器片の表面の釉について、そのまま蛍光X線分析法により分析した。陶片をベトナムへ返却する必要があったためである。装置はトレックス640S, 測定条件はモリブデン管球, 20KV, 4mA, 測定時間300秒, コリメーターの直径1mmで, FP(ファンダメンタルパラメーター)法によって定量した。別に化学分析により組成のわかっている釉を同時に分析して定量の参考試料とした。しかしどの試料でも釉層が薄い時には胎土の影響が現れるから注意が必要である。

3. 分析試料

陶磁器片(以下陶片という)は中部ベトナムのCay Me 窯址(14個), Go Ke 窯址(5個), Go Sanh 窯址で表面採集したもの(13個), またGo Sanh 窯跡で発掘したもの(29個), および北部ベトナムのHop Le 窯址(5個), Lang Ngoi 窯址(4個), Chu Dau 窯址(11個), Ha Lan 都市遺跡(5個), Den Huyen 港址(7個), Cong Tay AとB港址(7個), Cong Dong 港址(5個), Thanh Ho 都城址(3個), その他各地の遺跡で表面採集したもの(6個), など計114片である。陶片の記号は直接採集などに当たった者の頭文字で, AOV(青柳), MOV(森本), YMV(山本), GSV(ゴサイン窯担当者)など, Vはベトナムを意味する。試料を以下に表示するがNo.は第1報にあたる

¹⁾ 調査団代表 長谷部楽爾*1 ²⁾ 奈良国立文化財研究所 ³⁾ 東京学芸大学 ⁴⁾ 成城学園高校 ⁵⁾ 名古屋大学 名誉教授*2

*1 〒102 東京都千代田区紀尾井町7 上智大学アジア文化研究所 青柳洋治

*2 〒467 名古屋市瑞穂区膳棚町1-28

「東西海上交流史研究」の報告の表の通し番号と同じである (Nos. 33-61は Go Sanh 窯で1994年発掘、他は表面採集) (図1 ベトナム地図参照)。

表1 分析試料一覧表
Table 1 List of samples analysed

| 遺跡名 | 番号 | 試料番号 | 釉色, 器形 | 遺跡名 | 番号 | 試料番号 | 釉色, 器形 |
|-------------------|----|------------|------------|-----------|--------|------------|----------|
| Cay Me | 1 | YMV-1 | 黄褐色壺 | | 39 | GSV-7 | 黒色壺(?) |
| | 2 | YMV-2 | 黄褐色壺 | | 40 | GSV-8 | 黄緑色耳付壺 |
| | 3 | YMV-3 | 褐色壺 | | 41 | GSV-9 | 無釉壺 |
| | 4 | YMV-4 | 濃黄緑色壺 | | 42 | GSV-10 | 土器 |
| | 5 | YMV-5 | 濃黄緑色壺 | | 43 | GSV-11 | 淡青色碗(A) |
| | 6 | YMV-6 | 淡褐色碗 | | 44 | GSV-12 | 淡青緑色碗(A) |
| | 7 | YMV-7 | 濃褐色壺(?) | | 45 | GSV-13 | 青緑色碗(A) |
| | 8 | YMV-8 | 黄褐色褐彩壺or鉢 | | 46 | GSV-14 | 青灰色碗(A) |
| | 9 | YMV-9 | 黄褐色碗(B) | | 47 | GSV-15 | 淡青色碗(A) |
| | 10 | YMV-10 | 黄緑色碗(A)or皿 | | 48 | GSV-16 | 青灰色碗(B) |
| | 11 | YMV-11 | 黄緑色碗(A) | | 49 | GSV-17 | 青灰色碗(B) |
| | 12 | YMV-12 | 赤褐色壺 | | 50 | GSV-18 | 黄緑色碗(B) |
| | 13 | AOV-1 | 黄緑色碗(A) | | 51 | GSV-19 | 黒灰色碗(B) |
| | 14 | AOV-2 | 黄緑色褐彩碗 | | 52 | GSV-20 | 黄緑色碗(B) |
| Go Ke- I | 15 | YMV-13 | 濃灰緑色壺 | 53 | GSV-21 | 黒色壺(?) | |
| | 16 | YMV-14 | 濃灰緑色大碗or皿 | 54 | GSV-22 | 黄緑色壺底部 | |
| | 17 | YMV-15 | 黄緑色大碗(A) | 55 | GSV-23 | 黄緑色壺 | |
| Go Ke-II | 18 | YMV-16 | 淡黄緑色褐彩大碗 | 56 | GSV-24 | 黄褐色壺 | |
| | 19 | YMV-17 | 黄緑色碗(B)or盤 | 57 | GSV-25 | 無釉壺 | |
| Go Sanh (表面採集) | 20 | YMV-18 | 黄緑色碗(A) | 58 | GSV-26 | 無釉壺 | |
| | | (YMV-20欠番) | | 59 | GSV-27 | 淡褐色壺 | |
| | 21 | YMV-19 | 無釉壺 | 60 | GSV-28 | 褐色壺 | |
| | 22 | YMV-21 | 無釉窯具 | 61 | GSV-29 | 黒褐色壺 | |
| | 23 | YMV-22 | 濃褐色壺 | Hop Le | 62 | AOV-13 | 淡緑色稜花皿 |
| | 24 | YMV-23 | 黒褐色壺 | | 63 | AOV-14 | 黄褐色皿 |
| | 25 | YMV-24 | 褐色壺 | | 64 | AOV-15 | 黄褐色皿 |
| | 26 | YMV-25 | 無釉壺 | 65 | AOV-16 | 黄褐色皿 | |
| | 27 | YMV-26 | 灰色碗(B) | 66 | KYV-1 | 黄褐色碗 | |
| | 28 | YMV-27 | 無釉瓦 | Lang Ngoi | 67 | AOV-17 | 青花碗 |
| | 29 | AOV-21 | 黒褐色壺 | | 68 | AOV-18 | 濃褐色皿 |
| | 30 | MOV-21 | 淡褐色碗 | | 69 | AOV-1 | 濃褐色碗(?) |
| | 31 | MOV-22 | 黄緑色鉢 | 70 | AOV-20 | 内白外黒褐色皿(?) | |
| | 32 | MOV-37 | 緑色皿(?) | Chu Dau | 71 | AOV-3 | 青花碗 |
| Go Sanh (発掘) | 33 | GSV-1 | 淡青緑色碗(A) | | 72 | AOV-4 | 内青花外淡褐色碗 |
| | 34 | GSV-2 | 淡青緑色碗(A) | | 73 | AOV-5 | 青花碗 |
| | 35 | GSV-3 | 淡青緑色碗(B) | | 74 | AOV-6 | 青花大皿 |
| | 36 | GSV-4 | 淡青緑色碗(B) | | 75 | AOV-7 | 淡緑色皿 |
| | 37 | GSV-5 | 鉄釉と灰釉の壺 | | 76 | AOV-8 | 黄緑色馬上杯 |
| | 38 | GSV-6 | 黒褐色壺(?) | 77 | AOV-9 | 内白外黒褐色碗 | |

| 遺跡名 | 番号 | 試料番号 | 釉色, 器形 | 遺跡名 | 番号 | 試料番号 | 釉色, 器形 | |
|------------|-----------|--------|----------|-----------|-------------|------------------|-------------|--------|
| Ha Lan | 78 | AOV-10 | 無釉ハマ | Cong Dong | 97 | MOV-10 | 淡緑色碗 | |
| | 79 | AOV-11 | 無釉トチ | | 98 | MOV-11 | 淡緑色碗 | |
| | 80 | AOV-12 | 青花碗 | | 99 | MOV-13 | 淡青色碗 | |
| | 81 | MOV-29 | 赤褐色碗 | | 100 | MOV-19 | 黄白色褐彩摺鉢 | |
| | 82 | MOV-1 | 黄緑色碗 | | 101 | MOV-6 | 黄緑色碗 | |
| | 83 | MOV-2 | 淡緑色壺 | | 102 | MOV-12 | 淡緑色皿 | |
| | 84 | MOV-5 | 黄緑色皿 | | 103 | MOV-16 | 淡緑色皿 | |
| | 85 | MOV-14 | 褐色-緑色盤 | | 104 | MOV-17 | 青緑色碗 | |
| | 86 | MOV-15 | 黄緑色碗 | | 105 | MOV-30 | 元青花碗 | |
| | Den Huyen | 87 | MOV-3 | | 黄緑色碗 | Thanh Ho | 106 | MOV-8 |
| 88 | | MOV-4 | 黄緑色皿 | | 107 | | MOV-27 | 緑色碗 |
| 89 | | MOV-20 | 黄白色褐彩鉢 | | 108 | | MOV-28 | 白釉瓦 |
| 90 | | MOV-23 | 黄緑色碗 | | Ben Dong Ho | | 109 | MOV-24 |
| 91 | | MOV-32 | 淡黄色印判手碗 | | | Chaiya, Thailand | 110 | MOV-25 |
| 92 | MOV-34 | 青花印判手碗 | 111 | MOV-26 | 褐色碗 | | | |
| 93 | MOV-35 | 青花印判手碗 | Quan Lan | 112 | MOV-31 | | 青花大皿 | |
| Cong Tay A | 94 | MOV-9 | 緑色碗 | Luy Lau | 113 | MOV-33 | 淡褐色碗, 方形釉切れ | |
| | 95 | MOV-18 | 白釉鉄絵碗 | Dong Son | 114 | MOV-36 | 淡褐色碗 | |
| Cong Tay B | 96 | MOV-7 | 淡緑色碗 | | | | | |



図1 ベトナム窯址図
Fig.1 Kiln sites in Vietnam

4. 分析結果

4-1 主成分の分析値

表1の陶片の釉の分析結果を表2に示した。分析した主成分以外にチタン、リンなどが少量含まれているが、それらは表示していない。また各成分の重量%から R_2O_3 (Al_2O_3 , Fe_2O_3) : R_2O+RO (K_2O , Na_2O , CaO , MgO) : RO_2 (SiO_2) を計算し、 R_2O+RO を1とする比率、Seeger式で表現した。

表2 釉の化学組成(重量%)とSeeger式
Table 2 Chemical compositions(%) and Seger's formulae of glazes

| Sample No. Code | Na ₂ O | MgO | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | K ₂ O | CaO | MnO | Fe ₂ O ₃ | R ₂ O ₃ :R ₂ O+RO:RO ₂ |
|-----------------|-------------------|-----|--------------------------------|------------------|------------------|------|------|--------------------------------|--|
| Cay Me | | | | | | | | | |
| 1 YMV-1 | 0.2 | 1.7 | 15.0 | 56.7 | 3.27 | 15.3 | 0.85 | 5.19 | 0.493:1:2.59 |
| 2 YMV-2 | 0.2 | 1.3 | 14.1 | 60.1 | 4.37 | 12.4 | 1.64 | 4.66 | 0.514:1:3.08 |
| 3 YMV-3 | 0.2 | 1.6 | 13.3 | 55.5 | 4.44 | 15.4 | 0.61 | 7.39 | 0.473:1:2.47 |
| 4 YMV-4 | 0.2 | 1.9 | 14.1 | 56.2 | 3.19 | 17.3 | 1.28 | 4.10 | 0.400:1:2.28 |
| 5 YMV-5 | 0.1 | 1.5 | 13.5 | 57.0 | 3.47 | 15.0 | 1.84 | 5.72 | 0.456:1:2.57 |
| 6 YMV-6 | 0.2 | 1.5 | 14.9 | 58.3 | 3.08 | 12.6 | 2.47 | 5.53 | 0.543:1:2.92 |
| 7 YMV-7 | 0.1 | 1.4 | 15.3 | 56.5 | 3.08 | 13.3 | 1.21 | 7.28 | 0.605:1:2.90 |
| 8 YMV-8 | 0.6 | 1.7 | 15.2 | 61.2 | 2.99 | 13.7 | 0.53 | 2.60 | 0.494:1:3.05 |
| 9 YMV-9 | 0.6 | 1.7 | 15.9 | 58.4 | 3.48 | 14.3 | 0.14 | 3.78 | 0.520:1:2.81 |
| 10 YMV-10 | 0.1 | 1.4 | 14.4 | 59.9 | 3.94 | 14.4 | 0.31 | 3.08 | 0.471:1:2.93 |
| 11 YMV-11 | 0.2 | 2.1 | 14.8 | 52.5 | 1.57 | 10.6 | 1.92 | 13.3 | 0.791:1:3.04 |
| 12 YMV-12 | 0.2 | 1.8 | 14.1 | 54.3 | 3.27 | 16.5 | 1.23 | 6.84 | 0.460:1:2.30 |
| 13 AOV-1 | 0.2 | 1.5 | 15.5 | 63.0 | 4.00 | 9.80 | 0.30 | 3.90 | 0.672:1:4.00 |
| 14 AOV-2 | 0.2 | 1.6 | 16.3 | 64.8 | 3.70 | 10.6 | 0.01 | 1.20 | 0.620:1:3.98 |
| Go Ke I | | | | | | | | | |
| 15 YMV-13 | 0.1 | 1.9 | 16.4 | 63.8 | 5.04 | 3.04 | 0.08 | 7.09 | 1.297:1:6.72 |
| 16 YMV-14 | 0.2 | 1.7 | 17.4 | 59.7 | 4.24 | 11.7 | 0.30 | 2.91 | 0.623:1:3.28 |
| 17 YMV-15 | 0.1 | 1.5 | 15.9 | 58.5 | 3.29 | 15.1 | 0.34 | 2.82 | 0.500:1:2.80 |
| Go Ke II | | | | | | | | | |
| 18 YMV-16 | 0.1 | 1.5 | 15.1 | 65.7 | 4.67 | 7.35 | 0.46 | 3.43 | 0.748:1:4.84 |
| 19 YMV-17 | 0.2 | 1.7 | 14.7 | 66.2 | 2.91 | 9.89 | 0.28 | 2.66 | 0.629:1:4.31 |
| Go Sanh | | | | | | | | | |
| 20 YMV-18 | 0.2 | 1.6 | 13.5 | 65.3 | 3.06 | 12.8 | 0.21 | 1.89 | 0.473:1:3.58 |
| 21 YMV-19 | — | — | — | — | — | — | — | — | No Glaze |
| 22 YMV-21 | — | — | — | — | — | — | — | — | No Glaze |
| 23 YMV-22 | 0.7 | 1.9 | 14.1 | 57.8 | 5.13 | 13.3 | 0.58 | 4.83 | 0.469:1:2.69 |
| 24 YMV-23 | 0.6 | 1.8 | 15.0 | 60.5 | 3.43 | 6.42 | 0.67 | 9.95 | 0.985:1:4.75 |
| 25 YMV-24 | 0.3 | 2.0 | 13.6 | 53.6 | 4.03 | 18.5 | 1.53 | 4.96 | 0.365:1:1.98 |
| 26 YMV-25 | — | — | — | — | — | — | — | — | No Glaze |
| 27 YMV-26 | 0.2 | 1.6 | 14.7 | 63.7 | 3.48 | 12.3 | 0.25 | 2.58 | 0.530:1:3.51 |
| 28 YMV-27 | — | — | — | — | — | — | — | — | No Glaze |
| 29 AOV-21 | 0.2 | 1.4 | 15.9 | 66.2 | 3.50 | 1.80 | 0.10 | 9.00 | 1.96:1:10.2 |
| 30 MOV-21 | 0.8 | 1.6 | 19.8 | 59.0 | 3.51 | 10.5 | 0.22 | 4.03 | 0.779:1:3.50 |

| Sample No. | Code | Na ₂ O | MgO | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | K ₂ O | CaO | MnO | Fe ₂ O ₃ | R ₂ O ₃ : R ₂ O+RO : RO ₂ |
|----------------------|--------|-------------------|-----|--------------------------------|------------------|------------------|------|------|--------------------------------|---|
| Go Sanh | | | | | | | | | | |
| 31 | MOV-22 | 0.5 | 1.4 | 12.8 | 62.5 | 2.8 | 16.4 | 0.11 | 3.17 | 0.395 : 1 : 2.82 |
| 32 | MOV-37 | 0.2 | 1.8 | 16.0 | 55.8 | 2.69 | 19.6 | 0.25 | 2.47 | 0.399 : 1 : 2.16 |
| Go Sanh (Excavation) | | | | | | | | | | |
| 33 | GSV-1 | 0.1 | 0.5 | 17.7 | 64.4 | 3.20 | 11.5 | 0.26 | 2.03 | 0.731 : 1 : 4.19 |
| 34 | GSV-2 | 0.3 | 1.1 | 10.2 | 61.6 | 2.84 | 19.8 | 0.39 | 3.10 | 0.283 : 1 : 2.44 |
| 35 | GSV-3 | 0.1 | 0.6 | 17.9 | 64.5 | 4.92 | 8.61 | 0.18 | 2.47 | 0.845 : 1 : 4.75 |
| 36 | GSV-4 | 0.3 | 1.0 | 14.5 | 66.3 | 2.80 | 10.1 | 0.17 | 4.29 | 0.701 : 1 : 4.58 |
| 37 | GSV-5 | 0.1 | 0.5 | 23.7 | 58.8 | 3.20 | 2.23 | 0.27 | 10.5 | 3.24 : 1 : 10.6 |
| 38 | GSV-6 | 0.3 | 1.1 | 14.1 | 61.3 | 4.04 | 13.1 | 0.60 | 4.79 | 0.530 : 1 : 3.22 |
| 39 | GSV-7 | 0.3 | 1.3 | 12.9 | 58.1 | 3.45 | 11.1 | 0.60 | 11.6 | 0.715 : 1 : 3.45 |
| 40 | GSV-8 | 0.0 | 0.3 | 16.8 | 55.7 | 3.22 | 2.77 | 0.43 | 19.4 | 2.98 : 1 : 9.66 |
| 41 | GSV-9 | — | — | — | — | — | — | — | — | No Glaze |
| 42 | GSV-10 | — | — | — | — | — | — | — | — | No Glaze |
| 43 | GSV-11 | 0.3 | 1.0 | 12.2 | 60.5 | 3.19 | 18.9 | 0.22 | 3.07 | 0.344 : 1 : 2.49 |
| 44 | GSV-12 | 0.3 | 1.0 | 15.1 | 62.8 | 4.02 | 11.8 | 0.20 | 4.26 | 0.614 : 1 : 3.67 |
| 45 | GSV-13 | 0.3 | 1.1 | 11.9 | 57.5 | 2.76 | 22.7 | 0.39 | 2.85 | 0.286 : 1 : 2.03 |
| 46 | GSV-14 | 0.3 | 0.8 | 12.3 | 69.3 | 3.93 | 10.4 | 0.25 | 2.29 | 0.528 : 1 : 4.51 |
| 47 | GSV-15 | 0.2 | 1.0 | 12.1 | 60.6 | 3.77 | 17.5 | 0.31 | 4.01 | 0.374 : 1 : 2.62 |
| 48 | GSV-16 | 0.3 | 0.9 | 14.0 | 63.2 | 5.55 | 10.8 | 0.28 | 4.05 | 0.572 : 1 : 3.72 |
| 49 | GSV-17 | 0.3 | 1.2 | 13.0 | 57.3 | 2.22 | 22.0 | 0.29 | 3.10 | 0.323 : 1 : 2.10 |
| 50 | GSV-18 | 0.3 | 1.1 | 12.8 | 65.0 | 5.03 | 12.9 | 0.22 | 2.07 | 0.438 : 1 : 3.41 |
| 51 | GSV-19 | 0.3 | 1.2 | 11.6 | 57.5 | 4.53 | 20.2 | 0.40 | 3.49 | 0.303 : 1 : 2.14 |
| 52 | GSV-20 | 0.3 | 0.9 | 13.0 | 64.0 | 4.04 | 13.4 | 0.27 | 3.36 | 0.480 : 1 : 3.43 |
| 53 | GSV-21 | 0.2 | 1.3 | 15.0 | 52.6 | 5.14 | 11.7 | 1.33 | 12.2 | 0.701 : 1 : 2.76 |
| 54 | GSV-22 | 0.2 | 1.2 | 12.8 | 63.2 | 2.70 | 10.5 | 1.22 | 7.61 | 0.654 : 1 : 3.96 |
| 55 | GSV-23 | 0.3 | 0.9 | 10.5 | 56.6 | 3.68 | 19.7 | 0.51 | 7.03 | 0.346 : 1 : 2.22 |
| 56 | GSV-24 | 0.3 | 1.0 | 12.1 | 63.1 | 4.27 | 11.2 | 0.34 | 7.16 | 0.590 : 1 : 3.78 |
| 57 | GSV-25 | — | — | — | — | — | — | — | — | No Glaze |
| 58 | GSV-26 | — | — | — | — | — | — | — | — | No Glaze |
| 59 | GSV-27 | 0.2 | 1.5 | 12.1 | 58.1 | 4.55 | 6.28 | 0.22 | 15.7 | 1.06 : 1 : 4.74 |
| 60 | GSV-28 | 0.4 | 1.2 | 12.3 | 56.4 | 1.94 | 18.3 | 2.23 | 6.77 | 0.393 : 1 : 2.27 |
| 61 | GSV-29 | 0.1 | 0.3 | 18.2 | 64.8 | 4.24 | 6.44 | 0.52 | 4.85 | 1.19 : 1 : 6.13 |
| Hop Le | | | | | | | | | | |
| 62 | AOV-13 | 0.7 | 1.9 | 15.0 | 60.7 | 3.4 | 14.8 | 0.02 | 2.20 | 0.450 : 1 : 2.82 |
| 63 | AOV-14 | 0.3 | 1.9 | 13.5 | 62.2 | 2.60 | 15.1 | 0.04 | 3.20 | 0.434 : 1 : 2.96 |
| 64 | AOV-15 | 0.7 | 0.9 | 14.4 | 60.0 | 2.30 | 18.7 | 0.03 | 1.30 | 0.381 : 1 : 2.56 |
| 65 | AOV-16 | 0.3 | 1.8 | 14.0 | 61.6 | 2.90 | 15.1 | 0.06 | 2.70 | 0.440 : 1 : 2.93 |
| 66 | KYV-1 | 1.0 | 1.2 | 16.3 | 55.4 | 2.23 | 18.1 | 0.23 | 4.42 | 0.476 : 1 : 2.33 |
| Lang Ngoi | | | | | | | | | | |
| 67 | AOV-17 | 0.2 | 2.0 | 13.4 | 64.8 | 3.60 | 12.9 | 0.20 | 0.80 | 0.419 : 1 : 3.33 |
| 68 | AOV-18 | 0.1 | 2.1 | 15.6 | 58.1 | 3.00 | 10.4 | 0.40 | 8.40 | 0.743 : 1 : 3.49 |
| 69 | AOV-19 | 0.6 | 1.0 | 14.0 | 58.6 | 2.20 | 12.5 | 0.30 | 8.40 | 0.698 : 1 : 3.54 |
| 70 | AOV-20 | 0.2 | 1.8 | 12.9 | 67.3 | 3.20 | 12.0 | 0.10 | 0.80 | 0.445 : 1 : 3.77 |

| Sample No. | Code | Na ₂ O | MgO | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | K ₂ O | CaO | MnO | Fe ₂ O ₃ | R ₂ O ₃ : R ₂ O+RO : RO ₂ |
|-------------------|--------|-------------------|-----|--------------------------------|------------------|------------------|------|------|--------------------------------|---|
| <i>Chu Dau</i> | | | | | | | | | | |
| 71 | AOV-3 | 0.2 | 0.9 | 13.3 | 64.0 | 4.80 | 14.1 | 0.30 | 0.80 | 0.408 : 1 : 3.22 |
| 72 | AOV-4 | 0.2 | 1.0 | 12.2 | 64.0 | 2.30 | 16.7 | 0.30 | 1.20 | 0.362 : 1 : 3.01 |
| 73 | AOV-5 | 0.7 | 0.9 | 14.1 | 69.4 | 3.20 | 9.80 | 0.10 | 0.60 | 0.587 : 1 : 4.78 |
| 74 | AOV-6 | 0.5 | 1.0 | 14.5 | 62.2 | 4.20 | 14.8 | 0.20 | 0.90 | 0.430 : 1 : 3.01 |
| 75 | AOV-7 | 0.2 | 1.5 | 14.3 | 62.7 | 3.10 | 16.1 | 0.02 | 0.84 | 0.403 : 1 : 2.90 |
| 76 | AOV-8 | 0.2 | 1.9 | 16.1 | 63.6 | 4.71 | 10.9 | 0.03 | 1.70 | 0.574 : 1 : 3.60 |
| 77 | AOV-9 | 0.3 | 1.9 | 16.3 | 59.8 | 5.20 | 7.70 | 0.20 | 6.90 | 0.822 : 1 : 4.03 |
| 78 | AOV-10 | — | — | — | — | — | — | — | — | No Glaze |
| 79 | AOV-11 | — | — | — | — | — | — | — | — | No Glaze |
| 80 | AOV-12 | 0.5 | 1.9 | 12.4 | 62.2 | 4.20 | 16.3 | 0.20 | 1.10 | 0.328 : 1 : 2.63 |
| 81 | MOV-29 | 1.3 | 1.7 | 19.9 | 45.1 | 4.74 | 7.93 | 0.18 | 5.98 | 0.903 : 1 : 2.92 |
| <i>Ha Lan</i> | | | | | | | | | | |
| 82 | MOV-1 | 1.1 | 2.8 | 17.5 | 58.9 | 3.22 | 12.9 | 0.09 | 2.70 | 0.535 : 1 : 2.78 |
| 83 | MOV-2 | 1.3 | 2.2 | 16.0 | 60.0 | 4.42 | 12.7 | 0.12 | 2.91 | 0.497 : 1 : 2.84 |
| 84 | MOV-5 | 0.6 | 2.0 | 21.3 | 57.6 | 3.82 | 10.5 | 0.22 | 3.39 | 0.788 : 1 : 3.28 |
| 85 | MOV-14 | 0.9 | 1.0 | 19.1 | 61.8 | 4.71 | 9.60 | 0.38 | 2.33 | 0.759 : 1 : 3.87 |
| 86 | MOV-15 | 0.9 | 1.2 | 16.0 | 62.4 | 4.24 | 12.1 | 0.46 | 2.36 | 0.551 : 1 : 3.33 |
| <i>Den Huyen</i> | | | | | | | | | | |
| 87 | MOV-3 | 0.7 | 1.3 | 15.5 | 63.5 | 3.39 | 13.1 | 0.11 | 1.94 | 0.521 : 1 : 3.36 |
| 88 | MOV-4 | 1.3 | 1.9 | 16.2 | 61.3 | 3.83 | 12.2 | 0.12 | 2.17 | 0.526 : 1 : 3.10 |
| 89 | MOV-20 | 0.5 | 2.0 | 16.1 | 67.8 | 3.67 | 7.53 | 0.06 | 1.38 | 0.720 : 1 : 4.87 |
| 90 | MOV-23 | 0.6 | 2.1 | 18.8 | 62.9 | 3.36 | 9.70 | 0.20 | 1.72 | 0.712 : 1 : 3.82 |
| 91 | MOV-32 | 0.2 | 1.4 | 15.6 | 63.0 | 1.99 | 15.3 | 0.02 | 1.44 | 0.486 : 1 : 3.15 |
| 92 | MOV-34 | 0.3 | 0.6 | 15.0 | 65.9 | 3.36 | 12.9 | 0.04 | 1.83 | 0.548 : 1 : 3.81 |
| 93 | MOV-35 | 0.4 | 1.0 | 16.1 | 59.4 | 4.28 | 16.6 | 0.15 | 2.04 | 0.456 : 1 : 2.64 |
| <i>Cong Tay A</i> | | | | | | | | | | |
| 94 | MOV-9 | 0.6 | 1.7 | 18.4 | 58.9 | 4.88 | 11.8 | 0.02 | 3.21 | 0.634 : 1 : 3.11 |
| 95 | MOV-18 | 0.4 | 2.5 | 15.5 | 58.5 | 2.36 | 18.9 | 0.13 | 1.04 | 0.368 : 1 : 2.26 |
| <i>Cong Tay B</i> | | | | | | | | | | |
| 96 | MOV-7 | 0.9 | 1.6 | 18.3 | 62.9 | 4.20 | 8.99 | 0.63 | 2.15 | 0.607 : 1 : 3.89 |
| 97 | MOV-10 | 0.5 | 1.5 | 19.3 | 57.8 | 4.78 | 13.2 | 0.80 | 1.97 | 0.586 : 1 : 2.81 |
| 98 | MOV-11 | 0.5 | 1.7 | 19.1 | 57.1 | 5.98 | 12.3 | 0.86 | 1.97 | 0.577 : 1 : 2.76 |
| 99 | MOV-13 | 0.5 | 1.4 | 19.8 | 57.0 | 6.09 | 12.4 | 0.85 | 1.63 | 0.596 : 1 : 2.78 |
| 100 | MOV-19 | 0.5 | 0.9 | 12.5 | 67.5 | 2.91 | 13.5 | 0.14 | 1.26 | 0.429 : 1 : 3.68 |
| <i>Cong Dong</i> | | | | | | | | | | |
| 101 | MOV-6 | 1.0 | 1.4 | 15.5 | 60.2 | 4.55 | 14.1 | 0.56 | 2.43 | 0.464 : 1 : 2.78 |
| 102 | MOV-12 | 0.3 | 1.3 | 16.0 | 63.5 | 4.28 | 11.2 | 0.40 | 2.74 | 0.604 : 1 : 3.67 |
| 103 | MOV-16 | 0.4 | 1.5 | 15.8 | 63.0 | 4.83 | 11.4 | 0.45 | 2.34 | 0.559 : 1 : 3.45 |
| 104 | MOV-17 | 0.1 | 1.2 | 15.0 | 68.3 | 3.87 | 8.91 | 0.44 | 2.06 | 0.673 : 1 : 4.78 |
| 105 | MOV-30 | 0.5 | 0.6 | 12.5 | 75.5 | 2.77 | 7.18 | 0.04 | 0.88 | 0.713 : 1 : 6.95 |
| <i>Thanh Ho</i> | | | | | | | | | | |
| 106 | MOV-8 | 0.8 | 1.9 | 18.9 | 56.7 | 4.71 | 12.7 | 0.03 | 3.66 | 0.617 : 1 : 2.80 |
| 107 | MOV-27 | 0.5 | 2.1 | 15.5 | 64.1 | 2.29 | 12.1 | 0.15 | 0.92 | 0.523 : 1 : 3.53 |
| 108 | MOV-28 | 0.4 | 2.1 | 19.1 | 61.7 | 3.63 | 9.70 | 0.15 | 2.15 | 0.736 : 1 : 3.78 |

| Sample No. Code | Na ₂ O | MgO | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | K ₂ O | CaO | MnO | Fe ₂ O ₃ | R ₂ O ₃ : R ₂ O+RO : RO ₂ | |
|------------------|-------------------|-----|--------------------------------|------------------|------------------|------|------|--------------------------------|---|--|
| Ben Dong Ho | | | | | | | | | | |
| 109 MOV-24 | 0.7 | 1.8 | 16.5 | 63.2 | 2.36 | 11.8 | 0.22 | 2.26 | 0.594 : 1 : 3.55 | |
| Chaiya, Thailand | | | | | | | | | | |
| 110 MOV-25 | 0.9 | 1.7 | 22.8 | 60.0 | 2.06 | 9.27 | 0.23 | 1.95 | 0.956 : 1 : 4.05 | |
| Tran Khat Chan | | | | | | | | | | |
| 111 MOV-26 | 0.7 | 2.1 | 17.9 | 58.5 | 4.59 | 5.16 | 0.18 | 8.62 | 1.11 : 1 : 4.71 | |
| Quan Lan | | | | | | | | | | |
| 112 MOV-31 | 0.6 | 2.0 | 15.2 | 62.9 | 4.52 | 12.7 | 0.11 | 1.61 | 0.472 : 1 : 3.11 | |
| Luy Lau | | | | | | | | | | |
| 113 MOV-33 | 0.5 | 1.4 | 18.3 | 62.0 | 2.08 | 12.8 | 0.26 | 1.81 | 0.643 : 1 : 3.48 | |
| Dong Son | | | | | | | | | | |
| 114 MOV-36 | 0.7 | 2.0 | 25.2 | 60.5 | 4.83 | 0.44 | 0.02 | 4.25 | 2.28 : 1 : 8.39 | |

4-2 中部と北部の窯の釉の組成の差

中部の Cay Me, Go Sanh (発掘品), Go Ke の各窯と北部の Hop Le, Chu Dau, Lang Ngoi の各窯址採集の陶片の釉について各成分の平均値を表3に、また Seger 式の値を図2に示した。その時、鉄釉 (Fe₂O₃ > 8%) と無釉のものを除いた。陶片数は表3を参照。

表3 各窯陶片の釉成分の平均値(%)と標準偏差
Table 3 Mean (%) and standard deviations of glaze components of various kilns

| Kiln Number of samples | Cay Me 3 | Go Ke 5 | Go Sanh 20 | Hop Le 5 | Lang Ngoi 2 | Chu Dau 9 |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Na ₂ O | 0.2±0.2 | 0.14±0.06 | 0.3±0.1 | 0.6±0.3 | 0.2±0.0 | 0.4±0.4 |
| MgO | 1.6±0.2 | 1.7±0.2 | 1.0±0.2 | 1.5±0.5 | 1.9±0.5 | 1.4±0.5 |
| Al ₂ O ₃ | 14.7±0.9 | 15.9±1.1 | 13.4±2.3 | 14.6±1.1 | 13.2±0.4 | 14.8±2.4 |
| SiO ₂ | 58.6±3.0 | 62.8±3.5 | 62.0±3.5 | 59.9±2.7 | 66.1±1.8 | 61.4±6.7 |
| K ₂ O | 3.6±0.5 | 4.0±0.9 | 3.7±0.9 | 2.7±0.5 | 3.4±0.3 | 4.1±1.0 |
| CaO | 13.9±2.2 | 9.4±4.5 | 14.5±4.9 | 16.4±1.9 | 12.5±0.6 | 12.7±3.7 |
| MnO | 0.96±0.74 | 0.29±0.14 | 0.46±0.48 | 0.08±0.08 | 0.15±0.01 | 0.17±0.10 |
| Fe ₂ O ₃ | 4.71±1.86 | 3.78±1.87 | 4.13±1.75 | 2.76±1.16 | 0.80±0.0 | 2.22±2.4 |
| Seger Formula | 0.503 : 1 : 2.85 | 0.695 : 1 : 4.04 | 0.473 : 1 : 3.11 | 0.432 : 1 : 2.70 | 0.431 : 1 : 3.54 | 0.508 : 1 : 3.27 |

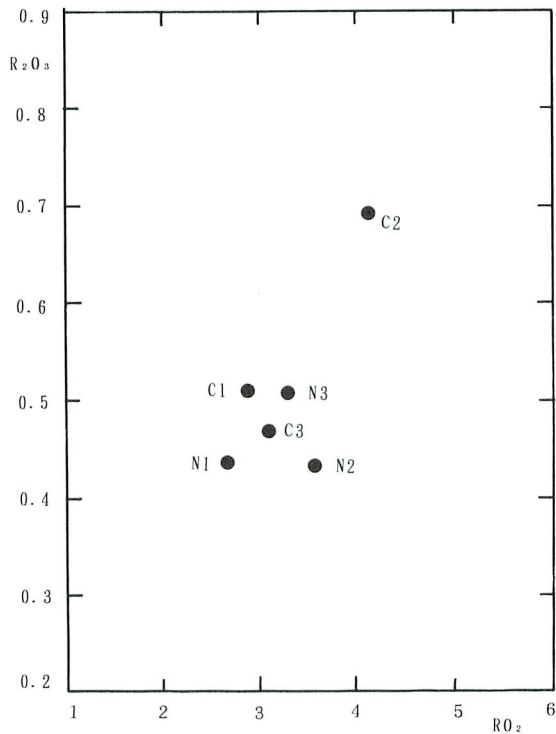


図2 各窯陶片の平均値
 N1 : Hop Le, N2 : Lang Ngoi, N3 : Chu Dau
 C1 : Cay Me, C2 : Go Ke, C3 : Go Sanh
 Fig.2 Hop Le(N1), Lang Ngoi(N2), Chu Dau(N3) kilns
 in North Vietnam, and Cay Me(C1), Go Ke(C2),
 Go Sanh(C3) kilns in Central Vietnam

図2 から明らかなように窯址の釉の組成には差がある。胎土の場合には北部の窯はほぼ同じ原料を使用しているが、中部の窯の原料は異なることが認められた。釉の場合には状況が違い、各窯の釉の組成は同一でないようである。

4-3 青磁碗Aと青磁碗Bの釉の差

Go Sanh 窯の発掘品について A（見込みに無釉の輪はげをもつ形式）と B（目あとをもつ形式）の差を検討した。各7点の A（No.33, 34, 43-47）, B（No.35, 36, 48-52）について各成分の平均値を比較したところ、青磁に色に特に関係が深いカリウム、カルシウムおよび鉄の含有量に次のような僅かながらの差が認められた。

| | カリウム (K ₂ O) | カルシウム (CaO) | 鉄 (Fe ₂ O ₃) |
|------|-------------------------|-------------|-------------------------------------|
| 形式 A | 3.4±0.5% | 16.1±4.8% | 3.09±0.82% |
| 形式 B | 4.2±1.2% | 14.0±5.1% | 3.26±0.80% |

4-4 中国青磁とベトナム青磁との差

採集品中には10点の中国青磁と多くのベトナム青磁がある。それらの釉の組成の差を知るためにベトナム青磁としてはGo Sanh 窯で発掘された碗14点（4-3の試料A, B各7点）、中国青磁としてはNo.85, 86, 96-99, 101-104の10点を選び、鉄とマンガン、カルシウムとカリウムの重量%の比を求め図3に示した。図3から明らかなように両国産の青磁の釉の間には組成の差があり、またA, B両形式の間にも僅かに差が認められる。なお中国青磁はその形態などから龍泉窯のものだと判定されている（ベトナム古窯址調査団ほか、第2報、1996）。

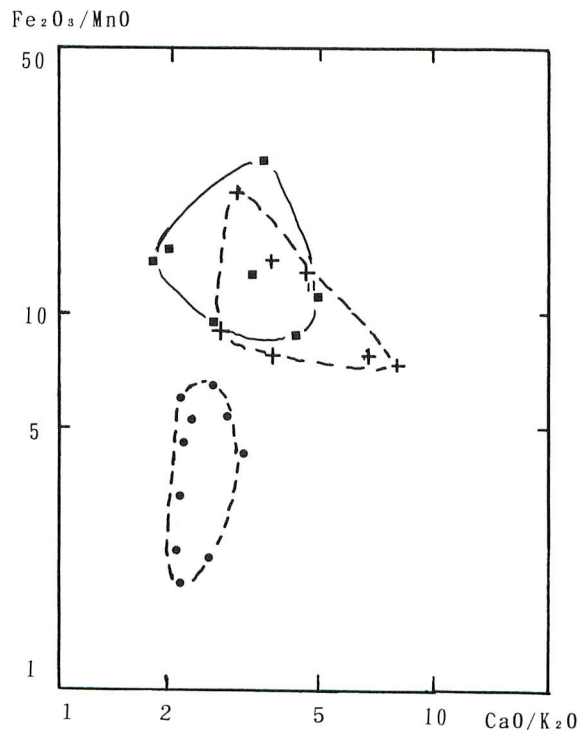


図3 中国青磁とベトナム青磁の釉の組成

●：中国，○：ベトナム形式A，■：ベトナム形式B

Fig.3 Glaze compositions of Chinese and Vietnamese celadons

●：Chinese, ○：Vietnamese type A, ■：Vietnamese type B

5. 考察

ベトナム陶磁器の釉の大部分はカルシウム、マンガンが多く、木灰などが材料の一部として使用されていると推察されるが、当時（15, 16世紀前後）の原料はもちろん、現在ゴサイン窯で使用中のものも原料、調合などが不明である。しかし、青磁の範囲に入る陶片が多い。北部と中部の窯の釉の組成の差の原因についても原料によることは明らかであるが詳細は将来に期待せざるを得ない。

青磁碗AとBについては、山本（1995）が詳細に議論しており、BのほうがAよりも窯の下層に

あるため、年代が古く、また、Aのほうの方が青緑色が浅いとしている。これは4-3の数値でAの鉄が少ないことと一致する。さらにA、B両者間には胎土、釉ともに組成に僅ながら差があり、年代差を支持する結果である。

中国青磁とベトナム青磁の釉の差については図3見られるように、中国のほうの方が鉄-マンガン比が小さい。これは表2の分析値に見られるように中国青磁の鉄が少なく、マンガンが多い傾向と一致する。またカルシウム-カリウム比も中国のほうが小さく、これも中国龍泉青磁のカルシウムが少なく、カリウムが多い傾向と一致した結果である。この両方のために図3で中国青磁の範囲が左下になる。表2の龍泉青磁の釉の組成は中国の文献とほぼ一致している（張福康，1985）。

試料 No.66, KYV-1 の釉の蛍光X線による分析値（表2）と化学分析値（山崎ほか，1993）の間には少し差がある。またベトナムの青花と中国の青花との着色料の差なども将来の問題である。

6. 結言

ベトナム中部の Cay Me, Go Ke, Go Sanh 窯，北部の Hop Le, Lang Ngoi, Chu Dau 窯および各地の遺跡で採集した陶片114片の釉を蛍光X線法で分析した。中部3，北部3の各窯址で採集ならびに発掘（Go Sanh）した陶片の釉はそれぞれ異なる組成を示す。中国青磁とベトナム青磁は釉の組成が異なり、ベトナム青磁の釉のほうの方が鉄とカルシウムが多く、マンガンとカリウムが少ない傾向がある。またベトナム産の青磁碗の形式AとBの間にも組成の差がある。

謝 辞

Seeger 式について種々ご教示下さった中京短期大学金岡繁人氏にあつく感謝する。

参考文献

- ・張福康（1985）：「中国古陶磁科学技術成就，李家治等編著」第6章 龍泉窯，上海科学技術出版社，p162-174.
- ・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，p1-33.
- ・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，p69-78.
- ・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，p75-86.
- ・山本信夫（1995）：ベトナム中部の陶磁器生産と貿易，ゴサイン窯址群の発掘調査，東洋陶磁，Vol.23/24，1993/94・95，p93-114.

校正時の追記

二神葉子, 青柳洋治, 杉下竜一郎はベトナムで青柳が表面採集した青磁片, 北部6片 (Chu Dau 3, Hop Le 3), 中部5片 (Cay Me 2, Go Sanh 3) について胎土と釉の分析値を報告した (考古学と自然科学, 33号, p.57, 1996年, 実際の発行は1997年3月)。この中には本報告で分析した AOV 1 (二神らのCay Me 1), AOV 8 (Chu Dau 10), AOV 13 (Hop Le 8) がある。また二神らはChu Dau 窯の青花片についても分析しているが (日本文化財科学会第14回大会1997年6月ポスターP18), この中に本報告の AOV 5 (二神らのCay Me 6), AOV 6 (Cay Me 8) が含まれている。これら共通する試料の分析結果の比較検討は次の機会にゆずる。

Scientific Study on Ancient Vietnamese Ceramics, Chemical Analysis of the Glazes.

Study Group of Ancient Kiln Sites in Vietnam¹⁾, Takayasu KOEZUKA²⁾,
Shuji NINOMIYA³⁾, Mamoru ABOSHI⁴⁾, Kazuo YAMASAKI⁵⁾

- 1) Representative of the Group : Gakuji HASEBE
- 2) Nara National Research Institute of Cultural Property
- 3) Tokyo Gakugei University
- 4) Seijo High School
- 5) Professor Emeritus, Nagoya University

The shards studied were collected in 1990-1994 by the Study Group of Ancient Kiln Sites in Vietnam in collaboration with the National Archaeological Institutes, Social Science Academy of Vietnam.

The glazes of the shards were analysed by the X-ray fluorescence method using the fundamental parameter method.

The shards were collected on the surface of Cay Me, Go Ke and Go Sanh Kilns and excavated at Go Sanhs in Central Vietnam. In North Vietnam shards were collected at sites, Hop Le, Lang Ngoi, Chu Dau, Ha Lan, Den Huyen, Cong Tay A and B, Cong Dong, Thanh Ho and others. The total number of the shards studied is 114. No lead glaze was found. Most of the glazes belong to the celadon type glaze. There are ten shards of Chinese celadon (Longchuang Kiln) and their glaze compositions are slightly different from those of the Vietnamese celadon. The glazes of Vietnamese A type celadons are different from those of B type in their chemical compositions.