

〈講演〉 曜変天目再現研究の調査報告 : どこまで明らかになっているのか

MIZUKAMI, Kazunori / 水上, 和則

(出版者 / Publisher)

法政大学史学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政史学 / HOSEI-SHIGAKU : Journal of the Hosei Historical Society

(巻 / Volume)

90

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

49

(発行年 / Year)

2018-09-30

曜変天目再現研究の調査報告

—どこまで明らかにになっているのか—

水上 和 則

はじめに

本論は、二〇一七年法政大学史学会大会でタイトル『曜変天目 再現研究の今日』として発表した内容を、更に調査を進めて現時点での「報告」としてまとめたものである。学術論文が、これまでに明らかとされる事実を求め積み重ね、新たな理義を構築するものであるなら、本論は学術論文として適当ではない。考えに偏重のあることを認めざるを得ないし、何より再現技術が完成していないからである。それでタイトルを調査報告とした。

報告者は、曜変天目の焼造が単に奇跡的偶然によって完成をみたという立場ではなく、ねらいを定めた陶工等によって高度な技術を駆使して制作された作品という立場で

ある。そこにはある程度の偶然性を有していたとしても、完成する確率は今日我々が想像する以上に高かったのではないかと考えている。従って曜変天目茶碗は想像以上に世に多く存在したはずである。再現可能な技術であり、それ故にどこまで明らかにになっているか調査報告ができると考えている訳である。

伝世の曜変天目茶碗は全て日本国内にある。世に四点が存在し、うち三点が国宝である。現在、東京静嘉堂文庫美術館・大阪藤田美術館・京都大徳寺龍光院に収蔵される三点である。残る一点は、滋賀 MIHO MUSEUM が所蔵するもので、上記三種の曜変天目とはやや異なる表情をもつ曜変天目として、重要文化財に指定されている。

正式には二〇一二年春に、南宋の首都である臨安（現在

の浙江省杭州市)で一碗の曜変天目茶碗の残器が出土したという報告がなされた。生産からほぼ八〇〇年を経た快挙であった。杭州出土の曜変天目は残器であることから、胎や釉の断面観察が出来て、また一部試料の採取も可能である事から化学的調査も行えると、再現研究の進捗が期待された。

これまで曜変天目を再現しその技術を完成することは、多くの陶芸家にとつての悲願であった。多くの実作者による挑戦は、一つの論文から始まると言つてよい。それは、古文化財の理化学的研究の先駆者であり第一人者であった故山崎一雄による一九五三年発表の「曜変天目の研究」という実物の調査研究であつた。⁽¹⁾以来、多くの人々によつて曜変天目再現への挑戦が行われてきた。しかし今日まで完成した再現技術は未だ無い。本論はその意味で、調査報告として制作の方向やヒントを提供するにすぎない。

一、『君台観左右帳記』の記事中の曜変

曜変天目の再現にあたり、複数存在したその可能性をより明確に示すには、相阿弥『君台観左右帳記』永正八年(二五一一)から始めなければならない。

旧書に見られる曜変天目の評価として、『君台観左右帳

記』(有隣堂、明治一七年十月、東京博物館版)には、茶碗について書かれた件の「一 土之物」に次のように記される。

「曜変、建盞の内の無上也。世上になき物也。地いかにもなくろく、こきるり、うすきるりのほしひたとあり。又、き色・白色・こくうすきるりなどの色々ましりて、にしきのやうなるくすりもあり。萬正の物也。」

曜変天目を語る時、たびたび引用される、よく知られた一文である。

この色彩部分について、「地 如何にも黒く、濃き瑠璃、薄き瑠璃の星ひたと有り。また、黄色・白色・濃く薄き瑠璃などの色々混じりて、錦のようなる釉葉(くすり)も有り」と解釈し、にしき＝色系で織りだされた絹織物と理解したとき、絹の艶や瑠璃の色など伝世の曜変天目の色彩を巧く表現している。ここでは、黒い地色に、濃い瑠璃色や淡い瑠璃色をした星のような斑点が一面にあるものが曜変天目と言っている。またそれとは別に、黄色や白色、濃い瑠璃色や淡い瑠璃色などが混じり合つて、全体が錦のように華やかな釉葉のものもある、として、曜変には二種類があつたように読み取れる。

今少なくとも二種類の曜変天目の存在を示すことが可能

である。前者は、斑点状の内側の色彩が様々に変化したもので、その他の部分は漆黒（地、如何にも黒く）と表現されている。現在日本に伝世する実物では、滋賀県の MIHO MUSEUM 収蔵の曜変天目茶碗に当たる。

さらに『君台観左右帳記』の後者は、東京静嘉堂文庫に収蔵される曜変天目茶碗であり、最も世に知られた茶碗でもある。これには斑点状の内側はグレーから黒色の単純な色彩であり、その周辺にいわゆる青紫色の光彩を有している。それはほとんど内側にのみ存在して、外壁には小斑点が数点あるのみであり、光彩の広がりもほとんど無い。世に多く存在を主張しているものであり、一般に広く曜変天目と呼ばれるものは後者である。しかし両者の存在は、数寄者によって以前から知られていた。⁽²⁾この両者が生産技法的に異なる方法を用いて成るのか、或いは小さな条件の差で違いとして現れるものか、この点は不明である。

前者をモホタイプの曜変天目と呼び、後者を静嘉堂タイプの曜変天目と呼ぶことにして、改めて両者の観察結果を示しておく。これには他者の意見も取り入れ、より明確にしておきたいと思う。二種の曜変天目の内、多くの陶芸家が再現を目指しているのは代表とされる後者、特に静嘉堂文庫美術館収蔵品である。

1-1. 黒い地色に瑠璃色斑点をもつモホタイプ曜変天目

前者は、一面の黒い地色に様々な色合いの斑点を浮かべる曜変天目であり、MIHO MUSEUM 蔵 (<http://www.miho.or.jp/booth/html/artcon/00000351.htm>) のそれが代表である。同系統の部分発色をする建盞に、東京根津美術館収蔵の油滴天目茶碗がある。⁽³⁾両者の共通部分は斑点の形状と色彩にある。斑点形状は基本的にやや楕円形であり、碗の口縁部から底部に向かい長径が多くあり、焼成時環境の釉の動きに即した重力に従っているものの様である。色彩は、梅花紅や紫青色が多く観察される。碗の内外ともに斑点が見られ、それぞれ形状色彩とも近似している。

斑点の大きさは極端な大小の差は無く、両者ともに九州国立博物館収蔵の油滴天目茶碗に近いが、斑点の数量は少なく、疎らである。MIHO MUSEUM 蔵の曜変天目茶碗の斑点数量は、根津美術館のそれと比較して更に疎らで少なく、斑点が寄り集まった部分が観察される。

釉性状は、MIHO MUSEUM 蔵品はマット質の釉で表面光沢が少なく、根津美術館蔵品、九州国立博物館蔵品の順に光沢が増している。九州国立博物館蔵品では表面光沢が強く、見る角度により虹色部分の移動がある。流動性のあ

る釉の為か口縁部は薄く、従って斑点も小さい。脚部高台周辺に釉溜まりが見られ、この部分の光沢は強い。

一・二・灰色斑点をもち錦のような静嘉堂文庫タイプ曜変天目

後者は、斑点内部分に色彩変化が乏しく、錦のような織物で表現される地色の部分に光彩釉をもつ曜変天目である。これは、静嘉堂文庫美術館収蔵 (<http://www.seikado.or.jp/collection/clay/001.html>) のそれである。⁽⁴⁾ 見込み部分の斑点は大きなもので大豆の大きさの黒色から濃い灰色で、その周辺を鮮やかな瑠璃色（紺紫色）を基調として、紫色・黄緑色・黄色の光彩が取り巻くようにあり、それが碗の口縁部から見込み平坦部に向かい流れるように筋状部分が見られる。静嘉堂タイプには黒釉表面に強いガラス光沢があり、それが結局シャボン玉のような虹色をもつ偏光が起きる原因となっている。まるで、釉表面上に低火度釉の薄水が形成されているように感じる。同系統の建蓋には、大阪藤田美術館蔵品 (http://fujita-museum.or.jp/collections_post/151/) が知られる。静嘉堂文庫の斑点周辺を取り巻く光彩が最もはつきり表れており、藤田美術館はこれに次ぐ。この二例について共通しているのは斑点と

光彩のあり様以外に、外壁に斑点も光彩も極めて少数であることで、碗内面の光彩の状態と大きく異なることである。ミホタイプでは斑点の色彩こそ違いますが、現れている様子は内外面共に近似している。前者と後者の大きな違いは、曜変色彩の在り様である。

『君台観左右帳記』の内容に著しい変化が無く両者の記載が初本から認められるとすれば、呼称としての曜変天目は五世紀に互り伝わっている訳である。再現研究の視点からは、両者が同一手法で生産された根拠が存在しないために、本論では一つに目標を定め、主に後者について論考を進めることにする。

なお、後者類似の曜変天目については、【はじめに】に記したように二〇〇九年に中国浙江省杭州市にて建築現場から碎片の出土があった。二〇一二年春に中国考古学会での正式な報告がなされ、同類資料の追加が得られた。それを受けて、曜変天目碎片出土の顛末について拙論にて詳細を記載した。⁽⁵⁾ 出土した曜変天目碎片は、わが国伝世の曜変天目よりも光彩が更に明瞭であり、碎片である為に碗の断面細部の観察が可能である。この観察結果については後述することとし、先学の研究成果を辿ることにする。

二、曜変天目であることの条件について

条件部分については既に既刊拙論にて記載したが、再現研究にあたり先学の定義とも言える内容をもつので、再度この部分を記載しておく。

曜変天目釉についての科学的調査は、昭和二八年に小山富士夫・山崎一雄「曜変天目の研究」『古文化財の科学第六号』古文化資料自然科学研究会、一九頁に掲載されたものが最初である。これは小山富士夫を経由して、「LTP」ラマー採集の建窯瓷片が山崎に寄贈されたことに始まると思われる。

山崎一雄は、その後に続報を昭和三〇年に同誌に発表し、さらにその後、上海で開かれた珪酸塩国際学会で新知見を加えて発表した。前後計六回にわたって発表した内容を、ここに、山崎一雄の考える曜変天目であることの条件⁽⁷⁾としてまとめた。すなわち、日本にある国宝三点（前章の後者二例を含む）の曜変天目を詳細観察し、共通する観察結果と、そこからの考察を次のように示している。

①福建省水吉建窯産であること

曜変天目三点とは、静嘉堂文庫美術館藏品・藤田美術館

藏品・大徳寺龍光院藏品であり、いずれも胎土・釉共にプ
ラマー採集の建窯瓷片と似ており、建盞であることに間違
いないとしている。現在では建盞について建窯古窯址から
採集された瓷片の数も多く、古窯址の報告⁽⁸⁾も複数件あり、
報告書実測図からもこの三点が建窯の生産品であるとして
良いであろう。

②その釉に斑点をもち、斑点とそれを取りまく青紫色の 光彩があること

斑点と青紫色の光彩の両者を併せもつものが、曜変天目
の条件⁹と考えており、その成因について、前掲論文の考
察で次のように述べる。「生成の機構は、茶碗焼成の途中
において釉が熔融した時に二層に分かれて、一部が滴状と
なって釉の上に浮かび、これがそのまま冷却して滴は結晶
し、一方で釉は結晶せずガラス質のまま固化したものでは
ないだろうか。」としている。

また「斑点が如何なる成分かは明らかでないが、酸化鉄
の結晶ではなく、斑点の内部が外部の釉と異なり結晶して
いる。」「斑点をとりまく青紫色の光彩の部分は、見る方向
により色を変ずることは認められず、見る方向により光彩
を呈する場所が移動する。この光彩の原因は釉上の薄膜に

よって生じた光の干渉であり、「干渉色」と考えること。すなわち釉の表面に屈折率の異なる極めて薄い物質が存在すると、この膜の表面で反射する光と、膜を通過して釉の

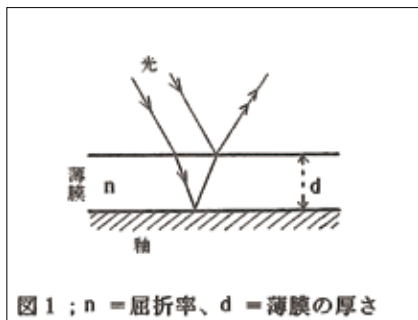


図1 原図には「釉上の薄膜による光の干渉を示す概念図」と記される

表面で反射する光との干渉によって生じた色である。薄膜の屈折率を一・五と仮定すれば、青紫色の光彩を呈する膜の厚さは、一万分の一ミリ（〇・一ミクロンメートル）程度となる。」とある（図一）。

導結合プラズマ発光分析法で昭和五一年に行ったとしている。いずれも山崎の所属機関である名古屋大学で行われたと推察する。これ等の分析では、従来曜変天目光彩発生の原因といわれた、鉛やタングステンの元素は検出されていない^⑨。

分析破片の一部に曜変天目に類似する青紫色の光彩を有する部分があり、特にこの部分の釉を削って分析したが、成分に変わりはなく、鉛は含まれない。青紫色の光彩は鉛釉によるものではないと記す。

④ 斑点は人工的につけられたとは考えにくいこと

山崎は考察で次のように述べる。「斑点の周囲の釉が失透結晶していること、斑点の周囲に青紫色の光彩があることから、人工的とは考えにくい。」としている。

⑤ 光彩が斑点の周囲に多く、斑点生成と関係があり、人工的腐食を行ったとは考え難い

山崎はやはり考察で次のように述べる。「青紫色の光彩が斑点の周囲に多いことは、これが斑点の生成と関係があることを示しており、薬品で釉を人工的に腐食させたとは考え難い。」としている。

③ 釉中に鉛・タングステンなどを含まないこと

山崎一雄は、プラマーが建窯窯址で採集した二個の小瓷片の釉の一部を削して定性分析試料とし、また同じプラマー採集瓷片で、焼損じの碗の高台脇にたまった釉を削って、これを手分析（湿式）で分析した。これを昭和二十七年に行ったとしており、胎土の分析は、原子吸光分析法と誘

以上が山崎の観察結果と計測結果からの考えである。山崎の挙げた曜変天目であることの条件は、今日でも異同は無い。

ところで山崎は前述のように、分析破片に「青紫色の光彩を有する部分があった」ことを記している。これを「曜変天目に類似する」としており「曜変天目」であるとは記していない。そしてこの部分を削り取って分析したが、他の部分と特に変わりがなかったことを記している。

確かに建盞瓷片には、黒釉中に直径二・三ミリメートル円状の青紫色に発色した部分（たとえば、静嘉堂文庫所蔵の曜変天目碗外壁に見られるような、青紫色の斑点）が見られることがある。これはまた、前述の『君台観左右帳記』に記載の前者例の斑点部分に近いものでもある。この青紫色の斑点は、かつて水吉建窯窯址からも出土が伝えられたし、四川省の古窯址においても曜変天目瓷片の出土として喧伝されたことがある。⁽¹⁾しかしこれはここで取り上げた②の例に合致しないし、二・三ミリ青紫色の斑点をもつ瓷片の例は、かなりの数量にのぼる。筆者も一九八七年五月に、水吉建窯窯址を訪れたが、想像を絶するおびただしい窯具や瓷片の中にそのような斑点をもつものを見た。具体的な瓷片画像については後章(写真5)に示す。しかし、

これを全て「曜変瓷片」というのは、適当であると思われる。この部分を碗の見込み一面に特に大きく成長させる技術が、すなわち曜変天目を制作する方法であると、筆者は考えたい。

三、山崎分析数値の問題点

山崎の行った建盞瓷片の化学分析は、先に記したプラマーより寄贈された試料に始まる。一九五二年当初の化学分析五三年の発表は、当時として画期的なものであった。中国に於いて多くの古窯址の考古学調査は一九五〇年代の終りに近いころに始まる。建窯の第一次調査は一九六〇年に厦門大学人類学博物館によって行われた。⁽²⁾第二次調査が、一九七七年に福建省博物館と厦門大学歴史系および地元の開陽文化館の手で行われた。⁽³⁾一九八〇年代に入ると改革開放のうねりの中で、考古学成果が軽工業貿易品の生産へと利用されるようになり、地元の開陽瓷廠で做建盞の生産が始まる。

三・一、建陽瓷廠での油滴・曜変天目碗の再現研究

水吉建窯古窯址に近い建陽瓷廠では、一九八〇年代に大

た。⁽¹⁴⁾ 現地採掘の原料の化学分析が報告され、報告内容から大量に入手できる原料は「水吉紅泥」、池中粘土、「小湖粘土」の三種である。これに窯の燃料である赤松の灰を調合し、建盞釉を得るようである。現在でも原料の呼び名の変化はあっても、化学組成の変化は大きく変わっていない。報告書の目的は、建窯水吉兎毫盞の再現である。

表1に、これまでに知られる建盞の分析値と、図2調査素地原料の調合値を並べて示す。現在地元で入手可能な原料を用い、分析値から試算をしてみると、水吉紅泥と池中粘土を二対三の割合で調合すると、古瓷天目碗に近似の

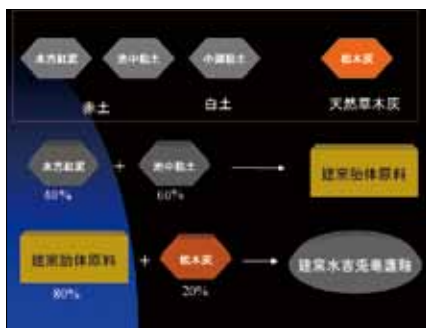


図2 水吉建窯の陶土原料とその調合

素地原料が得られる。無論各原料に含まれる鉱物の粒度が不明で、手触りや焼結程度は分からない。この割合で二種を混合した場合、平均値比較で酸化鉄が僅かに一%程不足する他は、古陶胎土の基本的化学組成に帰納する。

推察するに、単体で当時と同様の条件を具えた粘土を探すのはそれほど困難ではないように思われる。釉薬については、上記の素地粘土に松木灰を加えたものがほぼ古陶釉に近い値を示す。

松木灰については、分析値の組成から察して水洗い（水簸）が成されていないと思われる。⁽¹⁵⁾ 山崎分析分と、これまで公表された分析値平均と試算釉のゼーゲル式を示す。試算の結果、結晶釉を構成するに重要な役割を果たす TiO_2 、 P_2O_5 の値が一つに多すぎるもう一つは未分析である。古陶釉は素地粘土の水簸物と灰の二成分で構成され、しかも、粘土分四に対して灰一という極めて単純な割合で出来上がっている。この他、 CaO ・ CuO ・ Cr_2O_3 など釉色に関係する酸化金属が少量含まれているが、この事については直接釉性状に関わらないので、別に取り上げることとしてここでは触れないことにする。

このように一般的に北宋以前の釉薬は、媒溶剤に加え素地として用いるには耐火度の足りない素地原料の二種で単純に調合されている場合が多く、一見複雑に見える兎毫斑釉も伝統的調合法から特に懸け離れているわけではない。こういったタイプの釉を「土釉」と呼んでいる。土釉は、現在でも山東省博山、山西省招賢で油滴釉の製品を焼造し

表1 建窯天目碗の釉と胎土の化学組成

重量 (%)														
原料	資料番号	資料形態	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Igloss	文献
釉	B63(KOY76)	黒釉 建窯建瀨 Plumer 1935 分析	59.78	20.56	6.18	0.65	6.95	2.16	0.03	3.02	0.9	痕跡		1
釉	B23(77JLT2(2))	黒釉 建窯兎毫斑	61.48	18.61	5.66	0.57	6.58	1.97	0.72	3.01	0.09	1.26		2
釉	B24(77JCT4(2))	黒釉 建窯錦斑	60.7	18.06	5.47	0.52	7.39	2	0.72	3.39	0.11	1.41		2
釉	B25(77-Shuji)	黒釉 建窯兎毫斑	62.02	18.79	6.64	0.64	5.55	1.56	0.56	3.11	0.11	0.97		2
釉	B28(TB4)	黒釉 建窯	62.17	17.85	5.35	0.58	6.55	1.86	0.69	3.04	0.12	1.18		2
釉	B32(TO2)	黒釉 建窯	62.01	18.36	8.49	0.64	4.97	1.54	0.55	2.53	0.08	1.09		3
釉	B33(TS1)	黒釉 建窯	61.83	18.67	5.93	0.72	5.44	1.69	0.65	3.46	0.11	1.23		3
釉	B42(TY51)	黒釉 建窯	60.92	18.73	6.2	0.76	6.2	1.68	0.65	2.96	0.09	1.25		3
	建窯釉	古瓷建窯釉 19 件平均	61.2	18.6	6.02	0.65	6.52	1.81	0.63	3.05	0.11	1.21		
胎土	B25(77-Shuji)	建窯兎毫斑碗 素地	68.61	17.73	9.71		0.06	0.47	0.11	2.32	0.03	—	0.43	2
胎土	B24(77JCT4(2))	建窯錦斑碗 素地	63.62	24.09	8.11		0.04	0.53	0.08	2.6	0.02	—	0.67	2
胎土	B23(77JLT2(2))	建窯兎毫斑碗 素地	64.84	23.56	7.61		0.05	0.44	0.07	2.17	0.02	—	0.13	2
胎土	B28(TB4)	建窯黒釉碗 素地	64.77	22.25	8.8	1.61	0.04	0.46	0.08	2.17	0.07	—	0.36	2
胎土	B32(TO2)	建窯黒釉碗 素地	63.3	23.1	9.65	1.1	0.16	0.44	0.09	2.51	0.06	—		3
胎土	B33(TS1)	建窯黒釉碗 素地	63.11	23.18	8.19	1.56	0.14	0.52	0.12	2.69	0.06	—	0.64	3
胎土	B42(TY51)	建窯黒釉碗 素地	63.76	23.62	8.25	1.13	0.01	0.45	0.07	2.38	0.1	—	0.23	3
胎土	B10(192)	建窯水吉兎毫碗 素地	62.86	23.06	9.24	1.22	0.08	0.45	0	2.53	0.45	—		3
	做建瀨の調査素地土	建瀨窯廠で報告された原料調査。水吉紅泥 40% 池中粘土 60%	60.64	20.65	6.06	1.33	0.08	0.46	0.11	2.39	0.43			4
松灰	建窯調合釉原料	現代水吉建瀨窯廠使用の松灰	26.45	7.52	2.49	0.68	34.36	6.31	3.43	5.26	0.47			

1. 小山富士夫・山崎一雄「曜変天目の研究」『古文化財の科学 6 号』1953-9
2. 陳士萍、陳頤求「中国古代各類瓷器化学組成総匯」〔中国古代陶瓷科学技術成就〕上海科学技術出版社 1985-12
3. 李家治、羅宏榮 主編「付表 1.2 中国古陶瓷胎土化学成分總表」〔中国古陶瓷与多元統計分析〕中国輕工業出版社、1997-10
4. 福建省輕工業研究所・福建省建瀨窯廠「建窯 黒釉瓷〔兎毫〕の軟化拡大試験総報告」1981-4

ブラマー採集瓷片山崎一雄分析釉のゼーゲル式

0.14 K₂O
0.06 Na₂O **0.89 Al₂O₃** **4.44 SiO₂**
0.24 MgO **6.18% Fe₂O₃** **0.65% TiO₂**
0.55 CaO **0.03% MnO** **P₂O₅ 未分析**

建窯釉 19 種の平均のゼーゲル式

0.17 K₂O
0.01 Na₂O **0.93 Al₂O₃** **5.21 SiO₂**
0.23 MgO **6.02% Fe₂O₃** **0.65% TiO₂**
0.60 CaO **0.63% MnO** **1.21%P₂O₅**

素地原料 80%+ 松灰 20% の調合釉ゼーゲル式

0.16 K₂O
0.03 Na₂O **0.87 Al₂O₃** **4.42 SiO₂**
0.20 MgO **5.30% Fe₂O₃** **1.19% TiO₂**
0.61 CaO **0.77% MnO** **P₂O₅ 未分析**

ているが含鉄黒釉土一種を釉原料として用い、他の物を混合しないものである。⁽¹⁶⁾

建陽瓷廠における兎毫斑天目碗の再現は一定の成果を得て、香港等の美術市場において対日本向けに販売された。

三・二・山崎の示した分析値

山崎が示した化学組成についての論文発表以降、中国科学院上海硅酸塩研究所を中心に今日までに複数の追加報告が成されている。これ等と比較考察すると、山崎分析数値には幾らかの問題点が指摘できる。

表1に示した現地報告の建窯黒釉の酸化ナトリウム Na_2O の平均値は約 0.11 重量% となるが、山崎分析では 0.9% と記される。後に山崎の行った胎土（先の釉と胎は同一瓷片とは限らないが）分析値から、建陽瓷廠の松灰使用調合例に従い試算を行うと、 Na_2O は 0.15% となり平均値 0.11% に近い値をもつ。⁽¹⁷⁾ 表中の胎土で Na_2O が他と比較して大きな値をもつものは倣建盞素地土 0.43% である。これに瓷廠の松灰で釉調合しても Na_2O の値は、山崎分析値の半分 0.45% となる。

また、黒釉の媒熔剤として加えられる木灰中には、酸化マンガン (MnO) は 3.0 重量% 程度含まれる。調合を反

映し二割見当の 0.63% が平均値であるが、山崎分析では 0.03% と記されており極端に少ない。そもそも酸化マンガン MnO の量は、主に灰とした樹木の生育環境（土壌）に依存している事が多い。釉のガラス成分となる胎土中に含まれる MnO の量はそれ程多くない。従って、別種の樹木灰を使用しない限り、 MnO は 3.0% に近似の値をもつものである。数値の上では以上の二点を問題点として指摘できる。

この章での理解を深めるために、粘土質原料の風化について若干触れておく事にする。 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比は、化学組成中の酸化カリウムを酸化ナトリウムの各含有モル (mol) 値で除算したもので、Goldich の風化安定系列から推察し母岩のもつ元数値に対して $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比率の大きいものほどより風化が進んでいるという目安になる。また、母岩の風化が進みアルカリが溶出し粘土鉱物が生成されると酸化アルミニウムの量が相対的に増加するので、ここでも酸化アルミニウムをアルカリ分合計各モル (mol) 値で除した値も風化の程度を表す指数となる。 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比率と $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ 比率の両者を風化指数として各種原料を調査すると、一般的な瓷器用セリサイトでは $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ が $1.0 \sim 2.0$ 程度の値をもち、 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ が四

く五前後となる。風化が良く進んだ原料は両者 K_2O/Na_2O が二〇以上一〇〇まであり、 $Al_2O_3/(K_2O+Na_2O)$ が六以上となる。産出原料や古瓷片胎中の風化程度の規則を調べてゆくと、規則枠から外れたものが現れる。近代以降の窯業で行われているように、人工的に二種以上の原料の調査を行うと、 K_2O/Na_2O が一以下となるにも関わらず $Al_2O_3/(K_2O+Na_2O)$ 三〜四を示したりする。このように原料の調査は、風化を示す枠から外れる事で容易に判断できる。なお、 $Al_2O_3/(K_2O+Na_2O)$ は簡便に Al_2O_3/R_2O と表記する。

この風化指数を水吉建窯釉に適用すると表2のようになり、建窯釉についてグラフ化すれば図3となる。右上の大きく○に囲った六点は風化の進んだ原料で調査された建窯釉グループであり、B10の一点が○より僅かに左下に外れている。●は山崎分析の釉であり、建窯釉グループから大きく離れている。即ち酸化ナトリウムを多く含む山崎分析値では、報告される幾多の建窯釉の値とは明らかに異なるものとなる。またグラフ中の○グループより離れた倣建窯釉二点については、現代中国で倣製されたものである。ここでは分析値を取り上げないが、曜変天目の制作で知られた孫建興氏の調査釉である^②。この二点についても伝統的建窯釉の値をもっていない。反対に○グループに含まれる建窯

表2 代表的建窯釉の風化指数

資料番号	資料形態	K_2O/Na_2O	Al_2O_3/R_2O
B63(KOY76)	Plumer 1935 採集・53 年山崎一雄分析	2.20	4.32
B23(77JLT2(2))	黒釉 建窯兔毫斑	22.00	5.46
B24(77JCT4(2))	黒釉 建窯鷓鴣斑	20.27	4.69
B25(77-Shuiji)	黒釉 建窯兔毫斑	18.60	5.29
B28(TB4)	黒釉 建窯	16.66	5.11
B32(TO2)	黒釉 建窯	20.80	6.39
B33(TS1)	黒釉 建窯	20.69	4.75
B42(TY51)	黒釉 建窯	21.63	5.58

釉のもつ値は、筆者がこれまでに調査をしてきた風化の充分な試料に含まれ、測定値は正しいものと推定できる。

山崎分析を含む三点の分析値は、図から解るように建窯釉グループの範囲から逸脱しており、示される数値は長石や石灰石を釉原料とする近代釉の調査（長石釉）に似た人工混合を行った数値に近い。これは、明らかに宋代建窯黒釉の実

際を示していない。ただここに両数値として、表に示した平均値を代入し釉調査を行なってみると、調査には、①釉の中心原料として、風化の進んだ粘土を用いること、②天

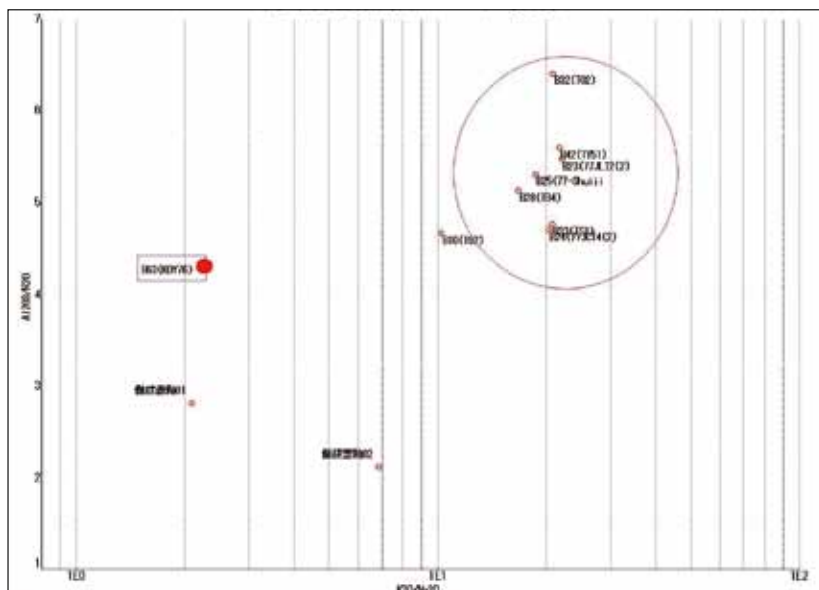


図3 建窯釉の風化指数

然灰に近い組成の媒熔剤を使用すること。が必須の条件となることが解る。

このことから、釉中の天然原料のもつ構造と微量成分こそが重要な意味をもち、施釉後の焼成という化学変化の中で建窯の変化に富む黒釉は生まれた、という事になるうかと
思う。曜変天目もこれ等の一種であることの可能性はかな
り高いと考えられる。以上で論じたように、基本的釉組成
は土釉と呼ばれる単純なものであった。釉組成的に主流に
ならない少量含まれる元素については、他の古窯から報告
される黒釉や灰類を取り上げ、その分析値から特に酸化リ
ンの添加について後章で改めて考察することにする。

四、杭州出土の曜変天目碎片

杭州皇城出土の黒釉碗の残器は再現研究にとって重要な意味をもつので、ここで観察結果を示しておく。該器は、外観観察から南宋代の曜変天目としてよい。日本伝世の曜変天目と比較して、碗内の斑点の数は少なく、光彩部の面積は数倍広い。これは、伝世品に比べて数倍派手な器と言ふことになる。器高が若干低く、建窯で使用するV字形匣鉢に収める為の整形陶范が使われていない事を示している。

四一、出土した曜変天目碎片の観察

写真1の割れ口から観察される碗の断面には、新旧の二種があり、古い部分には長期に埋まっていた為に石灰化した周辺泥土が固くこびり着いており、一方で多くの欠損部分の断面は思っていたより鋭く、破損してからの時間経過は短いと感じた。同破砕面の観察から、素地土粒度が細かいというより均質な感じを受け、建盞で時々見られる大粒な砂粒の混入が見られなかった。写真2から釉の曜変部分は碗の内側見込み部分のみで、漆黒の釉中に、錦の彩布のように青色・青紫色・紺紫色・緑色・黄色・紫色が浮かぶ。写真6に示す外壁は漆黒の黒釉中に、ごく小さな青紫色の小斑がわずかに見られる程度であった。これは静嘉堂文庫曜変天目と同質である。

写真3に示すように破砕面を更に拡大してみると、胎土上辺に釉層が確認され、両者の間はやや不明瞭であり、明確な中間層は確認できない⁽²⁾。釉層全体は黒色であり、割れ口は黒曜石風の色彩と鋭さをもっている。釉表層に小気泡が集まる（正置上方と思われる）傾向が見られ、釉の粘性は比較的高いと推測される。破砕面釉の表層に極薄い灰色層と見える部分もあるが、光回折の可能性があり黒色部と別層位をもつものかは不明瞭である。胎中の空隙が多く観

察される。

釉表面光彩の拡大は、写真4に見るように極めて美しい。特異部分について拡大してみると、斑点は上部口縁部から下部碗底部に向けて楕円形に変形したものが見られる。灰色斑点中央部分は幾らかの膨らみを残し、煮えた様な突起部を残すものもあり、その一方で灰色斑点は黒色に変化して平坦となり中央部位に若干の白砂を灰色部に残す程度に播いたような斑点も確認できる。この両者の中間風のものに灰色のリング状で囲われた黒色斑をもつものがある。これ等斑点の構造上の違いは焼成時の温度差（条件差）に起因しているように推定される。良く熔けたものとそうで無いものの様であり、斑点周辺の光彩の色合い（回折具合の差）は溶融程度の異なる両者に若干の違いを見せる。観察では、釉中から表層で斑点となる結晶核のようなものが浮かび上がり、斑点となって周辺の釉表面に影響を与えていると思われる。

特異部位では、斑点周辺から発したような黄色・緑色の光彩が樹木や草の根のように、楕円斑点の長軸方向に伸びて絡み合っている。それ等の内には、正置状態で下から上に向けて伸びているものもあり、珪酸・マグネシウム系結晶の類に近いと思われる⁽³⁾。大部分が最大面積をもつ青紫色



写真1 杭州出土の曜変天目碗残器(1)

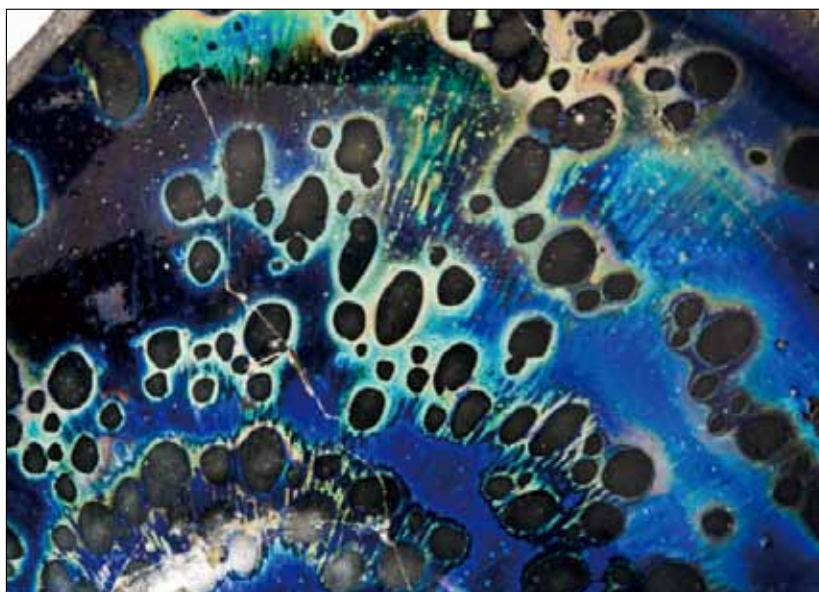


写真2 杭州出土の曜変天目碗残器(2)



写真3 杭州出土の曜変天目残器側断面拡大(3)

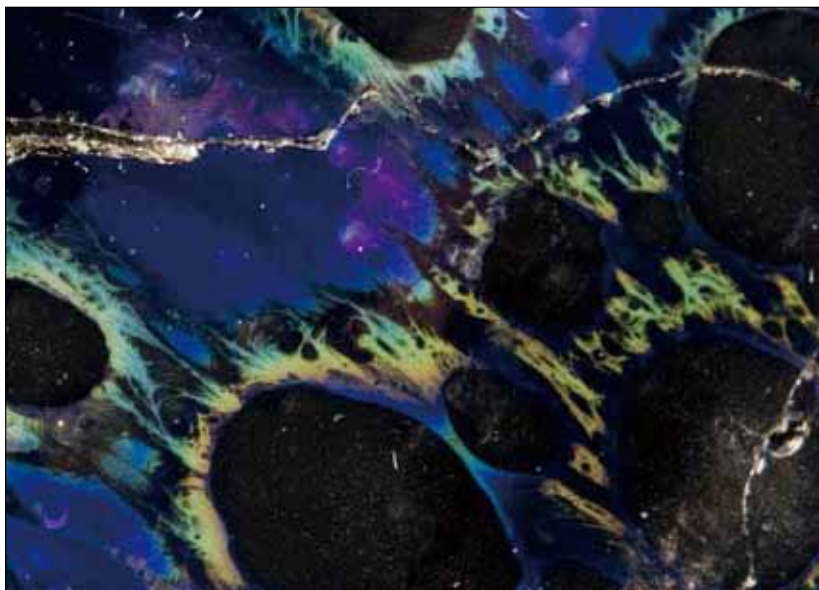


写真4 杭州出土の曜変天目釉表面特異部分拡大(4)

面中に見られることで、碗内の全ての部分で確認は出来ないが、斑点内部に向けて伸びる逆のパターンは無いようである。青紫色の光彩と同様に、斑点と関わり斑点から発したものの様である。

四・二、青紫色小斑点について

青紫色小斑点については、山崎曜変天目条件の項ですでに触れた。この小青紫色をもつ瓷片が建窯窯址から出土したことも、すでに福建省博物館によって公開されている。筆者が建窯窯址出土瓷片を再焼成実験をした時も、小青紫色部分は見られた。このような陶片資料は比較的数量も多く、数点に留まらない。しかしこれ等には、青紫色中央に灰色斑点をもたず小青紫色光彩だけが観察される。写真5は、蘆花坪遺址で収集された資料写真である。外側壁口縁部に近い部分であり、釉は漆黒で朱矢印より上部方向が口縁部であり小銀油滴班が密集している。一部油滴班が上下に繋がり、更に熔化が進むと銀兔毫紋様になるものと推定できる。瓷片観察では、青紫色は釉の熔化が進み流動している部分に見られるように思う。理由については定かでない。

杭州出土の曜変碎片には、外壁に幾らかの小斑点が見ら

れ、周囲を取り巻くように僅かに青紫色光彩が観察される(写真6)。ただ、油滴斑では内外共に近似した斑点が見られるが、曜変天目の外壁では碗内面に比較して小斑点であり、数量も少ない。内壁部光彩とは大きく異なり、青紫色が広がりをもっていない。外壁に光彩部分が少ないことや、斑点の周辺に拡散していない事など疑問は多いがその理由は判然としない。外壁部の灰色斑点については、天目器形の口縁部で俗にスッポン口と言われる凹凸部帯に連続して確認できる。口縁部から流下した釉が幾らか溜まる凹部直下の凸部分でもあり、斑点が一定の厚みをもたないと現出しないのとは異なり、むしろ釉層の薄い部分に連続している。これは言わば油滴釉のように滴状となつて釉表面に浮かび上がったものではなく、混濁状態の釉が極めて薄くなることによつて、一方の性質の釉物質濃度が高くなり表層に現れている様に思われる。中世まではこの様な混濁状態の釉は相当量存在したと思われ、現代行われているようなボールミルを用いた緻密な攪拌は行われていない。仮に釉中に水と油のような混濁状態が存在していたならば、施釉条件によつて碗の内側と外側に差の生じることも有ろうかと思う。

いま一つ斑点の生じる理由は、胎中に存在する空隙の多



写真5 建窯古窯址瓷片で観察される青紫色小斑点部分



写真6 杭州出土の曜変天目釉外壁口縁部に列をなす青紫色小斑点

さである。これまでに調査された建盞試料の焼成後の気孔率が九・〇九―一一・七〇%・吸水率が四・六〇―五・一三%という報告が、それを現わしている。空隙中の空気は、焼成時正置に置かれた建盞の上方に抜ける訳であるので、普通に考えれば碗の内側に斑点が多く観察されるのは、空隙が関わるとして良いだろう。もちろん、胎土中の空気が釉中に漏れ出るといった単純な話ではないが、焼結段階で何らかの関わりを感じる。碗内底部の平坦部分に比較的多くの斑点が見られるが、中心部分ではなく輪状に小斑点が密集する。これは伝世の三点にも共通しており、高台脚部（疊付き部）の胎の厚い部分と対応するとも言えよう。胎が厚い事で、そこに存在する空隙の量が多い為とも考えられ⁽²⁵⁾る。上記碗外周の小斑点が、釉層の薄い部分に連なることも、或いは胎の空隙と関わる可能性もある。茶文化中の茶碗としての使用法と共に、気孔率について考える必要があるが、それについては稿を改める事とする。

四・三、共伴出土遺物から何が読み取れる

杭州出土の曜変天目碗が、当時の六部橋「都亭駅」から出土したことは記した。ここからの同時出土品として伝えられるものに同じ建窯の建盞が報告書（鄧禾穎「南宋早期

宮廷用瓷及相關問題探析・從原杭州東南化工廠出土瓷器談起」『東方博物 第42輯』）にある。正確な考古学調査ではないので、元来、幾点の建盞が出土したかは不明である。報告書には計四点の碎片が示される。内三点には高台露胎部に漆塗りが施されており、内一点に《供御》の文字が刻されている。残る一点は曜変天目碗であり、該碗高台部に漆塗りは無い。このことは、漆塗りが高台をもつ三点と、曜変天目碗の用途が若干異なることを暗示しているようにも思われる。ちなみに漆塗りの状態が良く残ることから、火災を受けた痕跡は見られない。報告書写真から確認できる範囲では、いずれの四点も還元による黒色胎である。報告書に記される内容から、高台部を漆塗りがされた器物は実用器、漆塗りの無い曜変天目碗は鑑賞器であると推察することも許されよう。《供御》の刻された建盞が皇帝献上用の最高級品であったなら、出土した碎片も含め世に現存する何れの曜変天目碗にも《供御》が刻されていないのは何故であろうか。与えられた少ない情報から推察するに、次のように考えられる。

一、還元による黒色胎の碗の複数が建盞名品として我が国に伝世していることから、龍窯中の特殊位置で焼成された名工の作であると思われる⁽²⁶⁾。

二、都亭駅遺址から《供御》文字をもつ天目碗高台部が出土していることから、南宋当時《供御》刻字は、不要な刻字¹¹傷とは認識されていない。とは言え、わが国に現存する曜変天目碗資料に一点の《供御》文字が刻された碗も無いことから、一定の完成確率で曜変が得られるものの、狙って確実に曜変天目碗が焼造出来るものではないと考えて良いように思われる。

三、同様に、曜変天目釉が特別な調合によって作られるのであれば、調合釉工程や施釉工程が一般と別けられるはずであり、高級品としての意識をもつ《供御》文字の曜変天目碗があつてよい。また我が国古文獻に建盞《供御》刻字についての記載が見られないことから、複数の招来された建盞に刻字は無かった可能性が高い。また、可能性としてもう少し多くの曜変碗の伝世品が、特に中国国内にあつてよい。このことは北宋代の汝窯生産器物の様に、南宋代の曜変天目碗が故宮博物院に収蔵されていてもおかしくない。すなわち、特殊な曜変釉の存在は考えにくいように思われる。

四、焼成途中の釉性状の違いを考慮して複数の釉を準備すると言う考えは、建窯のような土釉を基本とする窯場に存在したかどうか疑問である。南宋中期の土釉では、おそら

く媒熔剤の量を調整する程度が釉調合の技の限界であつた⁽²⁷⁾。先に示した図3の建窯釉の風化指数でも建窯釉は円状に集中しており、ここからも特殊な調合が成されてい無い事が読み取れる。むしろその当時、媒熔剤の灰類に様々な工夫を加えることが調合の基本であつたように思う。すなわち、建盞釉の特徴として知られる兎毫・油滴・曜変の三種の釉は、個別に準備されたものではなく、焼成完了前に出来上りを予想できる状態で作られていないと推察する。すなわち、ほとんど同調合の釉から生産された可能性が高く、焼成時の温度差・酸化還元の違いや・昇温冷却等の条件差によって生まれてくるように考えたい。

以上の条件から、都亭駅遺址出土の建盞は、建窯の七〇mから九〇mに及ぶ龍窯の、限られた領域に窯詰の行われる貢瓷を視野に入れた作品群であり、それらは素地土原料や釉と共に特殊・特別なものではないとして良いであろう。窯中で置かれた場所は、胎が黒色であることから、還元炎状態で焼成の終わる場所という条件のみである。すなわち建盞の各種釉表情は焼成条件の差により生じたと考え、条件の差の中には再焼成すなわち二度焼きの可能性も考えに入れる必要がある。曜変の焼造もその範疇にあるものと推察しなければなるまい。

四・四、古窯址出土瓷片觀察から何が解る

実験考古学の世界では、古窯址に廃棄された失敗作品は、また、完成された作品と同様に高い価値をもっている。失敗作品から様々な生産工程が推察できたり、失敗作品を年代順に並べることが可能であれば、完成作品への発展を見ることが出来る。何よりも過去の工人等の行った試行錯誤の後に、見出し目指した正しい手法を推察できる。特に本論のような再現研究では、古窯址に放置された茶碗碎片から多くのヒントを得られる可能性が高い。また目指す同年代作品の失敗例は大変貴重だが、それを現代で試作してそこから生まれた失敗例もまた完成へのヒントを与えてくれることに違いない。ここでは、報告書の記載から二例を示しておくことにする。

四・五、装飾法としての斑点

建窯遺址出土品に、鷓鴣斑と呼ばれる斑点をもつ天目碗碎片がある。兎毫状の筋目をもつ碗内面に、複数の大豆の大きさの白色斑点をもつ碗である。白色斑点は比較的内底部に集まっており、口縁部直下に斑点は少ない。また、外壁には斑点は無い。注目したいのは、この白色斑点は人工的に付けられたものである事である。⁽²⁸⁾ 材料的には、一般に

山砂と呼ばれる長石と珪石の砂状混在物を細かく搗つて、これ等を筆などで塊状に施釉後の碗内に置いたと思われるもので、焼成時の高温で熔けて焼き付いている。また、(写真7)の黒釉鉄銹斑碗は、建窯窯址出土品で、これも鉄斑を人工的に付けたものであることは明らかである。両者を比較すると、鷓鴣斑を持つ碗に比較して鉄銹斑碗の黒釉流動性が大きい為か斑紋が碗底に向かって流れており、また口縁部の黒釉は釉切れがあつて胎色の茶色が見られる。鷓鴣斑碗では黒釉の流動はごく僅かである。斑紋白色部分は僅かな膨らみを残している。ここに見られるように、人工的斑点をもつ碗類が建窯で幾種か生産されていたのである。⁽²⁹⁾ しかし伝世資料には見られない。

この鷓鴣斑をもつ碎片の出土で、少し今までの考え方を変える必要が起きた。それまで、油滴など比較的大きな斑点をもつ碗類も、その斑点は熟成した釉の結晶斑として釉表面に析出したと我々は認識してきたように思う。⁽³⁰⁾⁽³¹⁾ そもそも人工の手描き斑点を有する碗が存在する事すら考えて来なかった。それが明らかに人工的と認識できる斑点を見ることで、再度、曜変天目の斑点は人工のか結晶釉の自然析出かといった素朴な疑問をもつ事となったのである。

この他にも古窯址で見られる瓷片には、大型の鉢で銀油

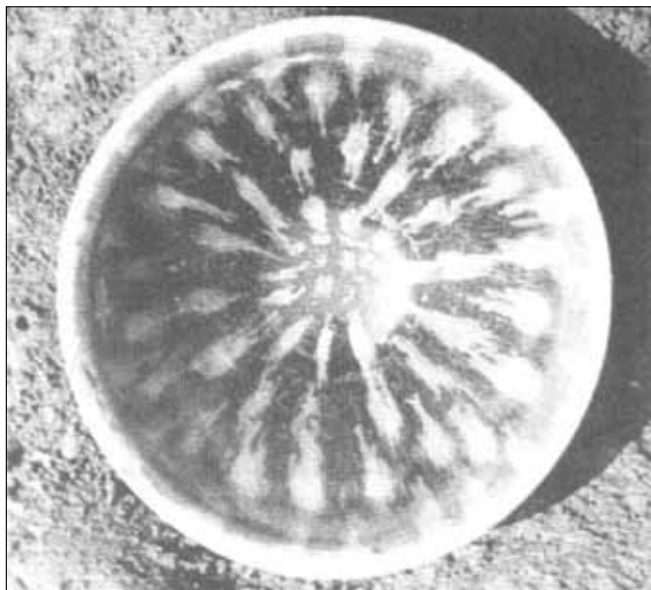


写真 7 古窯址採集黒釉鉄錆斑碗

滴斑を持つものが少数存在する。少数の瓷片に共通するのは、胎色が黒色の還元炎で焼かれていることである。

五、古窯址環境と、釉庫について

水吉建窯古窯址について記しておく。著者が初めて建窯窯址を訪ねたのは、一九八七年五月の事であった。この事については「杭州出土の窯変天目」『人文科学年報 第43号 2013』専修大学人文科学研究所、の文中で、水吉建窯古窯址探査として詳細に報告した。実際に陶瓷器を制作する著者は、無論曜変天目碗に強い興味をもっていたので、何よりも建蓋が生まれてくる環境を知りたかった。窯址のある場所の一般土壌は何色か。田や畑は龍窯の位置とどのような関係をもっているのか。周囲の山の高さや斜面の角度はどのようなものか。生えている樹木の種類は何か。港と村落、古窯址との位置関係と相互の距離はなど、生産環境そのものに興味があった。ラテライト性の土壌はレンガ色の赤土で、水田からは赤色の米が収穫されると思われるほど真っ赤であった。窯址のある池中村の傍らを通れる大河南浦溪と直角に深く低湿地が広がり、山の高さも適当で斜面角度も窯焚きに適当な小山が複数見られ、燃焼に重要な風向きの条件も良い。周辺の山々の大樹に松が圧倒的に多く、

代々の植林の結果かも知れないが燃料に事欠かない。中でも蘆花坪窯の条件は良く、山はなだらかに連なっており風の流れも最適で、港へも近い。ところで、ここでは後述文書にかかわる事項として、かつて古窯址に存在した地名について記しておく。

かつて建窯古窯址には、⁽²⁸⁾釉庫⁽²⁹⁾と呼ばれる小溜池が存在した。池中村に在る建陽瓷廠の調査によると、この地に、⁽³⁰⁾釉庫⁽³¹⁾の名が伝えられているとの事であった。報告書によれば、その位置は牛皮崙遺趾下の稲田中とある。小さな爛泥塘（古池）で、現在では地形がすっかり変わり流れ来た泥で塞がり浮き草が生えている始末で、釉庫の基本的枠組みの痕跡すら見られなかったと言う事である。探査すると庵尾山窯のやや南よりにあった直径一〇m程度の小さな池であると思われる、著者調査時においても同様に水草に覆われていた。地名からして建窯釉との関わりを推察させるが、何故それが水を湛えた池なのか、いつの時代の命名か、どの様に使われていたのか定かでない。命名の由来は定かではなく、地元民の伝承である。しかし元来地名というのは、人々の暮らしの中で変わらないものの一つである。そこで、建窯再現を目指した地元瓷廠ではこの小溜池の底部泥土を採取し分析したが、釉成分とは掛け離れた化学組成であつ

たという。残念ながら、その化学組成の数値の報告は無い。仮に南宋代の地名が残っていたとして、⁽³²⁾釉庫⁽³³⁾名からは周囲諸窯が共有する施設のように思われる。自然村である后井村周辺は平地で、現在は周囲を田畑が囲っているが、周辺は盆地様に低い山々が廻りそこには知られるだけでも唐⁽³⁴⁾元代まで一一基の龍窯が煙をあげていたのである。水吉建窯古窯群と呼ばれる放射状に広がる物原には、その八割以上が兎毫盞と烏盞の碎片が散らばる。どの窯の釉性状も近似することから、諸窯の共同作業として、⁽³⁵⁾釉庫⁽³⁶⁾と呼ばれる溜池で調合・調整が成されていた可能性がある。

曜変天目の再現を目的に調査研究を記した本論としては、ここまでがほぼ事実関係が確認できる事項として記すことができる。

六、曜変天目の再現研究

我が国に伝世する名宝のなかでも、格別な美しさをもち減多に公開されない特別な茶碗が曜変天目であった。

曜変天目の再現研究の手始めとして、曜変天目釉の化学組成を知りたいという現代陶芸作家等の強い要求があつた。釉の材料と共に調合割合を知り、もう一つの条件としての焼成法に挑戦を行い、未だかつて誰として成し遂げた

ことのない曜変天目の再現を行いたかった。残念ながら、この曜変天目釉の化学組成について一度として分析された事はない。日本に残る曜変天目碗は全て貴重な美術品として、国宝や重要文化財指定を受けている為に分析を行うことが困難であるからである。ましてや破壊分析は不可能であり、これまでにその可能性を示したのは、先に挙げた山崎による建窯瓷片外壁に残る小青紫色部分のみである。

六―一、化学組成にみる釉中の少量成分酸化リン

既に見てきたように、曜変天目を除く建窯瓷片についてはこれまでに比較的多くの化学分析が行われている。主に代表的天目器形が生産された北宋末から南宋中期の瓷片を中心として行われている。これはまた建窯盛期の兔毫紋や油滴斑をもつ天目茶碗が生産された時期でもあり、曜変天目が生産された時期であるとも推定された。

再び建窯の釉について考えてみたい。改めて素地土と釉を作る為の木灰に注目してみると、建窯釉と一般的な現代の天目釉と呼ばれる黒釉に比して成分として特徴のあるものは、一、酸化アルミニウムが多い。二、酸化鉄が六%前後で現代調査に比較してやや少なめである。三、酸化チタ

ンについて、土釉としての分析値からは少ない値をもち、胎土からの調査値のほぼ半分である。四、酸化リンが多い（詳細後述）。の四種であり、この他には酸化マンガンがやや多めである。一、二、と三、については、風化の十分進んだ一般粘土質物の特徴とみて良い。これ等の成分から、様々なスピネル（スピネルグループに属す）を作りやすい事を挙げられる。近似の特徴をもつ粘土質物が産出する可能性は、水吉鎮近傍の窯業地には他にも複数存在であろう。ところが三、酸化チタンと四、の酸化リンの含有量については、素地土に木灰単味を加えただけの土釉からは逸脱している。釉中の酸化チタン割合については、素地土からの依存度が高く八割に及ぶので、近似の耐火度不足の異なる原料使用も考えられるが、理由は不明である。建窯に含まれる酸化チタンの量は、同じ土釉の吉州窯産黒釉と比較しても少なく、半分程度である。今後、詳細な検討が必要であろう。

黒釉の性状を決める主要成分に対して釉中に含まれる少量成分は、色彩に直接影響する顔料成分、色の濁りや特殊な結晶を生み出す切っ掛けを作る成分など少量元素が様々な役割を持つ。なかでも酸化リンや酸化チタンは、結晶釉を構成する上で必要なものであり、建窯釉を例にすれば兔

毫釉や油滴釉は、両元素を必要量含むことによって生まれ
てくると言つてよい。現代であればこれら結晶釉に不可欠
な元素を燃料松灰と赤土（素地土）調合で不足する場合は、
必要な成分として他原料を添加すれば良い。

表3は良く知られる酸化リンを多く含む灰類一覧であ
る。表中骨灰は、中国唐山で骨灰瓷器用として五酸化二
リン（ P_2O_5 ）四四・一重量%と最大割合が報告される。つ
づいて椿の種子灰に含まれる割合は三六・三%と多く、り
んごの種子灰も一三・四%と比較的多い。中国では白楊灰
も一三・三%とりんご種子灰に次ぐ。酸化リンをどの種類
の釉に用いるかによるが、一般には少量で効果が高く、釉
が添加物に含まれる鉄分で汚れないように配慮して選択す
る。中では鉄分の少ない骨灰が好まれる。ここで論じてい
る黒釉の場合は、もともと黒色とするための着色剤酸化鉄
を多く含むので、灰中の鉄の含有量に左右されない。そこ
で建窯での利用は、入手のし易さからも椿種子の灰を選択
するのが最も良い。しかし北宋代後半から南宋代のこの時
期に、建窯において結晶釉の特色を得るために椿種子のみ
を大量に集め、別途椿種子灰を作成して添加したとは考え
難い。確かに中国文化の中には、はるかに多くの経験によつ
て定められたマジックのような技が存在する。この様な経

表3 酸化リンを多く含む灰類の化学組成

試料名	資料形態	重量(%)										メモ
		K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	MnO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	P ₂ O ₅	
椿種子灰	灰類	13.39	5.01	18.33	13.32	0.87	7.74	0.58	0.75		36.3	SO ₃ =4.02 #1
骨灰	灰類	2.9	0.2	41.7	-	-	-	0.002	0.9		26.5	lgloss=27.7 #1
唐山第一瓷廠骨灰	牛羊骨	0.13	1.21	53.1	-	-	-	0.19	0.44		44.1	#5
りんご種子灰	灰類	9.3	-	11.2	4.6	-	22	1.5	33		13.4	#1
白楊灰（中国）	草木灰類・白楊灰	13.44	-	66.5	3.18	-	-	1.6	1.61		13.3	#2
松灰（建窯）	建窯瓷廠報告分	5.26	0.47	34.36	6.31	3.43	7.52	2.49	26.45	0.68	-	#3
松樹灰（中国）	草木灰類・松灰	8.98	3.77	39.73	4.45	2.74	9.71	3.41	24.35		2.78	#2
松樹支葉灰	景德鎮試料	5.32	0.39	8.04	2.3	2.22	14.75	6.12	57.08		1.67	#2
土灰		1.49	0.55	35.9	5.44	0.42	5.83	1.94	14.08		2.14	#4
引用文献：#1「陶芸のための科学」、#2「中国伝統高温釉的起源」[中国古陶瓷研究]、#3「“建窯”黒釉瓷【兗毫】的恢復擴大試驗總結報告」、#4「釉調合の基 本」、#5「陶芸工芸学 第二版」中国輕工業出版社												

験則が建窯結晶釉に有ったとして、その手法では納得できない次の点を挙げる事ができる。

油滴等の結晶釉に必要な酸化リンが、建窯で経験則によつて特殊な植物灰が添加されていたとしよう、それでは何故に特別な結晶釉をもたない吉州窯の黒釉や他黒釉窯においても豊富な酸化リンを含むのか。従来黒釉調合の手法とは、赤松の灰（燃料灰）に赤土（胎土）を適量加えた二成分で構成されていると考えられてきた。生産に最も身近な両原料であれば、いずれの窯場でも入手でき釉調合出来るからである。また、第三章で論じてきたように化学組成的には、釉の基本構造が対象試料の分析結果に凡そ近似するからである。しかし酸化リンについて言えば、二種混合釉ではどの様な調合試算を行つても含有量の不足となる。すなわち、対象となる宋代には、黒釉を調合するのに建窯でも吉州窯でも黒釉瓷焼造の他窯でも共通した技が有り、現代の我々が知らない、伝統技法として忘れ去られた宋代黒釉調合の基本技法が存在したのである。その技法とはどの様なものであつたのか、ここではそれを推察してみることにする。

六・二、釉中の酸化鉄と酸化リンの変遷

宋代に留まらず対象年代と地域を広げて、黒釉に含まれる酸化リンの変遷を見てみる。図4は、唐代から元代までの黒釉中の酸化鉄の量と酸化リンの量を巻末表4からグラフにしたものである。黒釉中に含まれる酸化鉄の量は四・三％から八・四九％までと広いが、多くが五・〇％から六・五％に収まる。同じ黒釉であつても酸化リンを多く含み一・三五％平均で広く拡散する一群と、〇・二％平均で集中する一群に二分される。元代の黒釉は全て〇・二％グループに含まれ、更に華北の耀州窯や華南の景德鎮窯の黒釉も酸化リンの少ない値を持つ。その一方で、唐代の長沙銅官窯黒釉では酸化鉄八・〇％・酸化リン二・〇二％と多くの酸化鉄・酸化リンを含み、建窯など黒釉瓷を中心に生産する窯場では例外無く酸化リンリッチのグループに属する。図中建窯試料は、●に表示している。

図から読み取れるように、酸化鉄と酸化リンの両者には全く比例関係が無いことから、酸化鉄の多くが赤土等の粘土原料に含まれ、酸化リンは媒熔剤に含まれると推定できる。生物死骸が堆積してできるモナズ石などが長石に添つて含まれる例もあるが、風化の進んだ粘土原料に残留する割合は極微量であると推察される。釉調合から考えれば、

酸化鉄は粘土原料に含まれ、酸化リンは媒熔剤に含まれると単純化が可能である。

同図から黒釉については、唐代から宋代まで一・四％程度が常に含まれる状態で推移している。より簡便な二種混合程度の割合で、図に示すような比較的広い酸化リン拡散域を持つ媒熔剤と言う事になる。元代後半以降では、一・四％を含む釉は特殊な用途を除けば見られなくなり、特に景德鎮など白瓷窯で生産された黒釉瓷では含有量も少なく〇・二％程となる。これは、ある時代を境に黒釉の媒熔剤そのものが大きく変更されて現代に至っているとも言える。⁽¹⁵⁾

ちなみに、宋代になると釉調合の技術が進み、焼成窯の温度分布に対応するように釉の熔化温度を調整するようになる。巻末に図4で使用した黒釉化学組成一覧の表4からゼーゲル式を求め、図5と7の $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ 性状図を示しておく。同図からは、 SiO_2 が三・二八～六・六五、 Al_2O_3 が〇・四三～一・一六と媒熔剤の添加量を調整して幅広く熔化温度に対応している事が解る。媒熔剤の多少によって酸化リンが増減するので、同図上部のグループでは P_2O_5 は〇・九三～一・九一％まで二倍程度変化しており $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ 性状図に沿っている。

六・三、釉中の酸化リンをどの物質から得るか

問題の酸化リンである。土釉が素地土を用いた単純な釉であるように、もう一方の釉原料である媒熔剤も、製造過程で必然的に酸化リンが多く含まれてしまう様な、単純な材料が存在しているのではないかと推理したい。しかもこの材料は水吉建窯の複数の窯場が使用するので、燃料赤松灰のように大量に有って、しかも入手が極めて容易で、そこに使用の必然性があり、安価なものでなくてはならない。その媒熔剤は、陶工の生活環境の中で特殊なもので無く、身近で普段からよく利用するものでなくてはならない。

ところで、水吉鎮の傍らを流れる南浦溪は、建陽市で複数の水溪と合流し建溪と名前を変える。この建溪に至るほとんどの河は、北部江西省の境界となり屏風のようにたちはだかる武夷山系をその源とする。武夷山は標高二・〇〇〇mを越える高山で、年間降雨量は二・二〇〇mmを越える。特に春季の降雨量は多く、この季節だけで一・二〇〇mm以上となる。高山で降った大量の雨は、標高二・二〇〇m程度の建溪に流れ込む。流れが急峻で低地に一気に流れ込むと、建溪に至る南浦溪はたちまち氾濫したに違いない。写真 8で挙げたように実際、一九三五年六月下旬にブラマー氏が初めて建窯古窯址調査を行った時も南

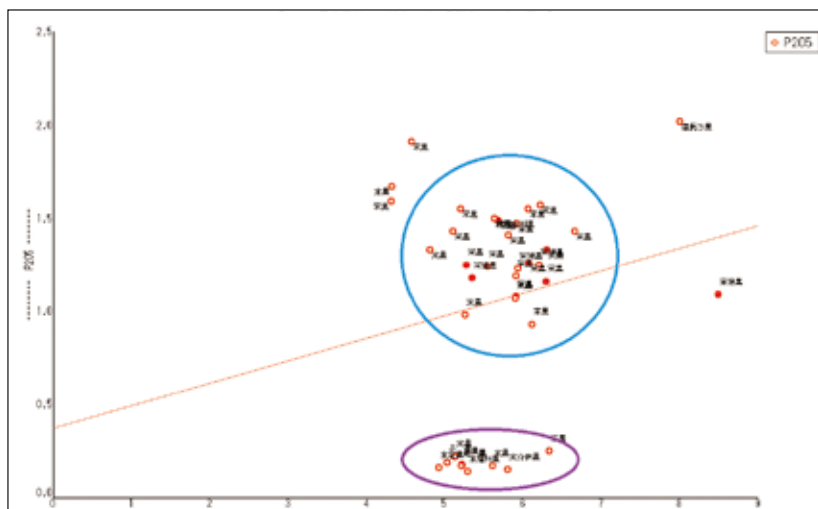


図4 唐一元代黒釉瓷の P_2O_5 — Fe_2O_3 含有量(重量%)

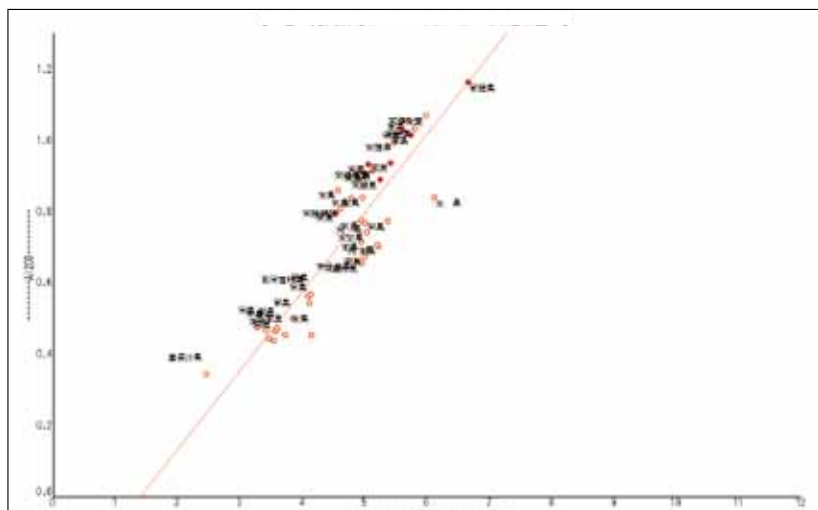


図5 唐一元代黒釉瓷の Al_2O_3 — SiO_2 性状図



写真8 水吉鎮近傍の氾濫した南浦溪と山上の塔

浦溪は氾濫しており、浙江江山鎮から水吉建窯古窯址までの行程を船に乗船して行われた。春に多く見られる豪雨による氾濫は、時に現在の池中村から后井村・大路村を含む広範な地域を水没させ、ここに広い湿地帯を形成していたことだろう。氾濫により出来た土地はおそらく水捌けが悪く一年中干上がるこ

とが無く、水生植物の藻や苔、蘆や萱が茂り枯れて腐り堆積し、ここには黒色の腐植泥土が沈殿し悪水の溜まる池や沼が無数に存在していたのではあるまいか。実際、池中村の旧名池墩村（ちとんそん）と言う名は、池に囲まれた中にある村として湿地の広がり一村との関係を示しているように思う。

生の草や葉が枯れた時、そこには次世代生育に必要な要素が含まれる事は良く知られている。リンが植物生育に必要な成分であれば、有機農業で用いる腐葉土のように、堆肥は身近な材料であった。富栄養化の進んだ池や沼では、多くのリンの蓄積が確認できる。人々の暮らしに近い場所に小溜池があり、そこでは水生植物の腐植物が沈殿し発酵して、上水（うわみず）や底部泥土は肥料としてかつての焼畑耕作地に作られた農作物畑に利用された可能性は高い。底部に溜まった泥土を、釉の媒熔剤として用いた可能性は無いのだろうか。釉に用いたとすれば、腐植泥土・竈の木灰（土灰）など酸化リンに富む土釉が簡単に出来上がる訳である。

すなわち、宋代水吉建窯諸窯の龍窯と龍窯との間の湿潤な低地には、黒色泥土の多くの小溜池が存在しており、底の沈澱物にはリンと共にカルシウム・マグネシウムのアルカリ土類やその他豊富な金属類を含んでいた。これが釉の媒熔剤として、周辺窯で消費する大量の釉材料として存在したのでは無からうか。この考え方は、釉中に多く含まれる酸化リンの含有量からだけみれば、腐植泥土が釉材料として広く利用された事に矛盾は無いのである。

改めて、古窯址に設備として存在した「釉庫」について

考え直す必要がある。我々は「釉庫」の呼称について、釉を貯える甕のように活動期に使用された釉がそこに保存されていた、と理解した訳である。建陽瓷廠においても同様の理解であつたろう。その為に化学分析の結果も、黒釉とは程遠い組成であつたと報告された。しかし、ここに建窯釉を構成する材料の一部（媒熔剤）が保存されていたと理解すれば、成分分析で黒釉とならずとも良い訳である。即ち「釉庫」³⁸「釉材料庫」の存在である。

龍窯一基当たりの陶工の人数は、五人程度を平均とする事が知られており、⁽³⁸⁾或いは五家族での共同作業として春先の新芽の摘み取り作業や春草の刈り取りを総出で行つていた。「釉庫」周辺湿地の萱や葦を含む珪酸類や水草等と共に、長老の指導のもと「釉庫」へ投げ入れて釉の媒熔剤を作る作業が行われていたと想像する。「釉庫」で調合される媒熔剤には、灰類（赤松燃料灰）が組み合わされていた可能性もある。元々、水吉建窯群には複数のこういった「釉庫」が存在したのであろう。土釉の一方の媒熔剤が、上記のサイクルで作られていたと仮定すれば、各窯各工房では釉庫から持ち来った媒熔剤に素地土を混ぜ合わせ建窯釉を完成させた事となる。「釉庫」から工房に運ぶ重量も少なくて済み、各工房に設けられた釉罐中での攪拌が合理的と感

じる。この様な利用法が伝統の黒釉調合に広く使用されていたとすれば、⁽³⁹⁾建窯だけでなく吉州窯においても近似の釉組成を持つこととなる訳であり、一定以上の酸化リンを含み松灰だけの媒熔剤とは異なる化学組成となる。すなわち、組成中多くの酸化リンを含む釉をもつ窯業生産地には、それぞれ小溜池を利用して釉材料を作る「釉庫」が存在した事となる。

化学的知識が充分発達していないこの頃では、白い器（もの）を焼き上げる為には白い土（化粧土）を用い、黒い器（もの）を焼き上げる為には黒い土（腐植泥土）を使用するという発想は、常識的合理であつたと考えられなくもない。腐植泥土は、中世まで用いられた中国伝統釉の媒熔剤として、今まで知られなかった新たな釉原料として提示できよう。

七、曜変天目がもつ青紫色の光彩

七一、金属表面のテンパーカラーとIPカラー

青紫色の光彩は、どの様な原理によつて成り立っているのかについては、これまでも様々な議論が成されてきた。しかし行き着くところ、山崎の示した釉面の上層に幾層かに重なった薄膜による光の干渉というのが合理的説明のよ

うに思う。

表層部分の光彩は構造色による発色であり、虹色発色の身近な例では水面上の油被膜や銅やステンレスの焼きなまし時の金属表面の色彩がある。また写真9は、ステンレス部の表面にイオンプレーティング技術によりチタン薄膜を構成した、IPカラー（蒸着薄膜による干涉縞⁽⁴⁰⁾）と呼ばれる着色の例で、皮膜の厚みに応じて干涉色が変化する。被膜の多層膜干涉も可能なので、より複雑な色彩が現出する。では、この虹色がステンレスやチタンの金属表面に出来



写真9 IPカラー 東洋ステンレス研磨工業提供

上がるにどの様な条件が必要なのであろうか。手始めにこれまでに報告される燐燐変釉として、人工で光彩面を作る大平氏の例を挙げる事が出来る。これは、低火度の鉛釉で高温黒釉の表面に銀彩面を形成し、その部分に光彩を生じさせるものと推察される。光彩

面や斑点を筆で描くことから、一般に建窯で行われた生産法と同一とは考えられていない。虹色に輝く回折格子による色彩は静嘉堂曜変天目の発色に近しいもので、一見復元製作が行われたもののように思える。しかし、高温焼成が行われたうえに、再度低火度での焼成が行われる二回焼きで、その上建盞試料の組成分析では検出されない鉛を用いるなど、完全復元には至っていない。製作手法の実際については特許申請がなされ、公開広報によれば次のように記される。

『鉛と銀を含む曜変核形成剤を準備し、天目釉茶碗に部分的に付着させて、還元炎焼成することでガラス状に溶融した斑点周辺に光彩を生じさせるもの』とある。請求項には、この時の焼成温度は六〇〇〜八〇〇℃とされ〇〇濃度が一〜五%と記される。

詳細な説明では、『加飾剤に含まれる元素の拡散蒸着現象を利用した陶磁器への加飾法』としており、金属蒸着とその表面に生じる酸化被膜が発色を誘起させる技術分野であることを示している。また実施例中には、鉛は低火度釉としての材料の一部（釉材）であることが示され、鉛が少ないと高火度天目釉から剥がれ易い事が記される。ここから、主要な蒸着金属は銀であることが判る。

もう一件は福島会の津工業高等学校セラミック科で行われた再現研究である。⁽¹²⁾これによれば高温黒釉の上に二酸化チタンの水溶液を文様状に塗布加飾して酸化炎焼成を行うものである。基本的に筆描き技法である。高温一度焼成であることは、これまでに報告される建蓋の焼成法に合致するが、微量の着色用元素を黒釉中に混ぜるように記されており、このことが曜変天目釉に近い内容を持つものかは不明である。次のような報告がなされているので、以下に掻い摘んで記す。

『基礎釉として透明長石釉⁽¹³⁾に、釉着色剤として外割で酸化第二鉄（黒浜）八wt%と炭酸マンガン六wt%を加えて黒釉とする。曜変核加飾剤（二酸化チタン水溶液）との親和性を得る為に、金属酸化物クロム・コバルト・チタンを合計三wt%以下を加える。該釉を素地に葉書一（一・五枚厚で施釉し、その上から曜変核加飾剤を用い加飾する。その際、良く浸透させる事で良好な光彩が得られるとされる。それを九時間の酸化炎で、最高温度一二六〇（一二七〇℃（最高温度で一時間のねらしを行う）で焼成する。一二〇〇℃まで一時間待つて、その後は自然冷却を行う。』と記される。小型電気炉を使用している為に、自然冷却は急冷に属すものと推察する。ここでは曜変核周辺に

金属チタンを拡散させるために二酸化チタン水溶液を用いており、これが黒釉表面に金属薄膜を構成しているものと推察される。無論詳細に検証する必要があるのだが、上記の大平特許例の鉛釉と銀のもつ役割を、チタンの水溶液にすることで高温一度焼成として低温度での焼き着けを無くしたものと思われる。

さて、両者の青紫色曜変の出現する部位は、一つは銀表面で覆われ、他方はチタンで覆われている訳であり異なる金属である。二つの金属に共通する特徴は、我々の一般的な生活の中で「さび」に強い、さびにくい金属という認識であることである。これはイオン化傾向が小さく、水中や空気中ではイオン交換が行われず酸化しにくい金属であることである。イオン化傾向の小さいある種の金属では、加熱急冷却によって空気中でその表面に極薄い酸化皮膜を作り、その皮膜が回折格子を形成し、光を当てると虹色の光彩を発する。釉表面に被膜を構成するとテンパーカラー・IPカラー類似の構造色光彩が得られるのではないかと。

ところで昨今、日本国内だけでなく中国の現代陶芸作家の中にも、曜変天目の再現に挑戦し完成を報告する人達が現れた。多くの作品を観察すると、共通点が見いだせる。現代作家諸氏は、一様に斑点・光彩部の手書きによる

製法を否定しており、紋飾は自然発生的としている。それならば斑点について言えば、先の曜変天目碎片の観察結果青紫色小斑点の項目に挙げた、碗見込み底部の輪状の小斑点の集合は、自然発生として再現瓷も伝世瓷と共通の特徴を有する必要がある。しかし多くの再現瓷には、底部斑点の集合部に不自然さが残り、古瓷とは発生具合が異なるように思う。また、ネット上で画廊が公開している某氏制作の曜変天目碗 (https://www.youtube.com/watch?v=K_o9DmChWU&feature=youtu.be) が示すように光彩部分

の色合いや移り変わり方が人工的に作られた、先のIPカラーに似ており、各斑点を中心に短い周期で変化が見られ、黄・青・紫青・臙脂と薄膜厚みに沿って干渉色が規則的に移ってゆく。また周辺の光彩部の面積も似かよっている。光彩部分と黒釉部との境に力が無く、光彩ははやけた状態で黒色に沈んでいる。その為に虹の様に、基調色が何色か一言で言い表すことが出来ない。一方、国宝静嘉堂文庫曜変天目や杭州出土の曜変天目碗碎片は光彩の全体印象として青紫色であり、斑点周囲に青紫色が最も広い面積をもつ。また光線によつてほとんど色彩変化が起きない部分もあり、光の入射角によつては黄・緑・臙脂と見え方が異なる。また、光彩部分が力強くクッキリしており、黒釉と

接する境も明確に線引きが可能な所も多々ある。何よりそれぞれ斑点周囲の光彩面積に大小の変化があり、光彩色も一様ではない。この様に、古瓷と再現瓷の両者の光り方は若干異なるようである。薄膜層の構造が異なる為と考えるが、それに加えて薄膜層の出来方にも異なる部分が有るように推察する。焼成条件の異なることが大きな原因であろうが、IPカラー発生と類似の釉構造だけでは忠実な技法復元とは言えないように思う。

再現瓷の構造発色が古瓷構造色の一部であるとする考えも否めないが、これに加えて、自然界に存在する回折格子による構造色が、曜変釉の光彩に近似していると考ええる。

七一、昆虫がタンパク質を合成して作る構造色

曜変釉には、昆虫の玉虫のような、回折格子をもつ複数の干渉層が構築されているとも推察できる。昆虫が自らのタンパクを合成して作った、キチン層が多層化したような構造をもつものが出来上がっているとも言える。全体の色合いが、青緑色の波長近辺に干渉波長が近いということになる。玉虫の羽の表裏面を拡大してみると、写真10・11に示すように細かな粒状のキチン層が非晶質状に並び、その中に粒の大きな半球状の構造が疎らに散って複雑な干渉色



写真10 玉虫の羽(自然光下撮影)

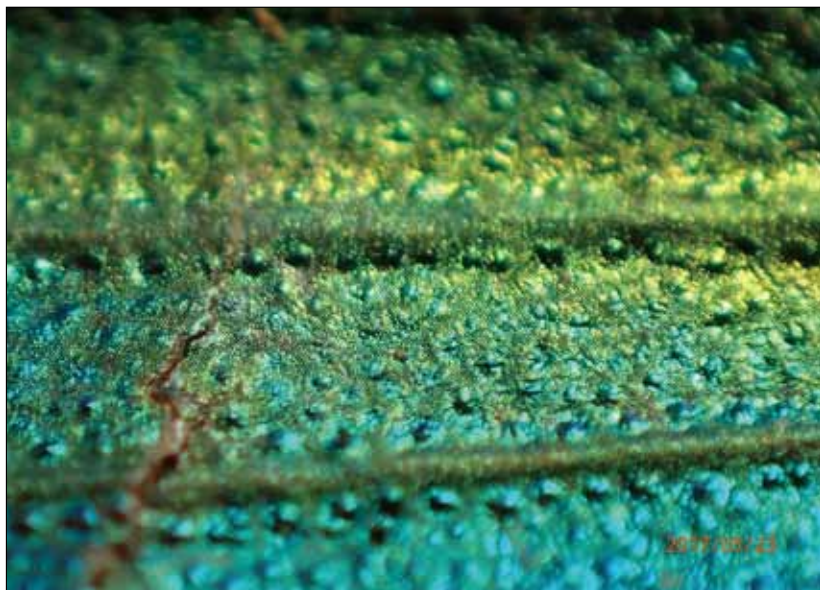


写真11 玉虫の羽裏面部分拡大写真(自然光下撮影)

を放っている。陶瓷器の乳濁釉に属す結晶粒子は、数nm（数十nmと極めて微小ではあるが後者の例に近い。⁽⁴⁴⁾）この様に曜変釉では、ほとんど透明色に近い薄膜の二重構造か、あるいはある種の微小結晶配列が非晶質状の複数干涉層によるものの二種が青紫色の色合いに関わっていると考えられるのである。

すなわち、曜変釉の灰色斑点部分では、高温焼成である種の鉱物の再結晶が起きており、また周辺には液相分離による二重構造が構築され、表面の薄膜層中青紫色部分には極めて微小な再結晶粒子が存在すると考える。玉虫羽が緑色であるように基調色が青紫色の回折格子を構成しているのではないか。これがIPカラーの様な、現代の再現瓷の発色の上に更に加わっている様な印象を受ける。

七・三 液相分離現象とアパタイト

天目釉の液相分離について、上海硅塩研究所の陳顕求は一九八〇年代初頭よりこの問題の研究を続けており、古陶瓷科学技術の専門家である。陳顕求等によって報告されたこの分野のほとんど最初の論文と言つてよい「宋代天目名釉中液相分離現象的発現」一九八一年⁽⁴⁵⁾に、建窯・吉州窯・山西窯天目碗の釉と胎の観察結果が示される。中でも興味

深いのは、酸化リン（ P_2O_5 ）と天目釉発色剤の酸化鉄との関係に触れている事である。更にこの時すでに、論文巻頭から鉄赤釉と鈞窯釉の発色について触れていて、天目釉の様々な油滴・玳瑁等の発色が釉中の酸化リンと関わることを挙げているのである。

液相分離いわゆる分相は、結晶釉や乳濁釉に見られ釉技術の中では特別なものではない。胎土中鉱物原料に含まれる酸化鉄と酸化チタンに対して、主に媒熔剤に含まれる酸化リン（ P_2O_5 ）に注目したのは我が国の窯業釉研究の大きな成果である。⁽⁴⁶⁾そのリン酸がカルシウムと化合し、アパタイト（燐灰石・リン酸塩鉱物）として肥料・乾式リン肥・防腐殺虫剤・リン酸塩セラミックスと形態も機能も大きく変貌する。今日アパタイトは医療用人工骨としての用途も広がっている。実に多くの組成領域をもつ物質で、材料としても多くの可能性をもっている。リンは真に謎の多い元素と言つてよい。⁽⁴⁷⁾

さて、一つの考えとして、建盞黒釉の媒熔剤として湿地帯の小溜池の腐植泥土が用いられていたと推測できることは、「六・三 釉中の酸化リンをどの物質から得るか」で述べた。前項では正に畑用の肥料として始まり、次に媒熔剤として若しくは媒熔剤の一部として釉に用いられたと考

えた。肥料にはリンもカルシウムも豊富に含まれており、小溜池中にはすでにリン酸カルシウム組成の物質は存在している⁽⁴⁸⁾と推定する。

アパタイトの化学式 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{X}_2$ と慣用的に示され、このXは、OH、F、Cl、CO₃等を意味する。すなわちアパタイト結晶には主に三種があり、水酸アパタイト(HAp)、フッ素アパタイト(FAp)、塩素アパタイト(CAp)である⁽⁴⁸⁾。小溜池にアパタイトの材料は、充足している訳であり、これで釉を作り焼成することでアパタイト結晶は得られる。建窯伝説の、焼成中の豪雨で窯内部に雨水浸入。温度低下の為大量の燃料の追加投入。窯内部に大量の遊離炭素を保有⁽⁴⁹⁾。には、水酸アパタイト(HAp)を生み出し、高温焼成によってHAp結晶を大きく成長させる条件に適合している。手元の資料によれば、HApが加熱処理を受けずに合成により得られる結晶粒子径はおおよそ二〇nm程度であり、これを一二〇〇℃で加熱すると粒子径は四〇nmまで成長すると言う。他の報告では四六nm程度であった結晶粒子径が、還元炎一三二〇℃二〇分保持の加熱で、九〇〇℃まで九〇分の徐冷にその後の自然冷却で七二nmまで成長したという⁽⁵⁰⁾。ここでは詳細は記さないが、単結晶構造で青紫色の構造色を得る為には一〇〇nm程度の粒子

径が必要なので、更なる高温焼成が必要なのかもしれない。しかし、ハロゲン化物であるフッ化水素酸や塩素を窯内部に投入して、FApやCApの大きな結晶を得る方法は、宋代の窯業技術としては考え難いように思う⁽⁵¹⁾。仮に焼成時の複雑な条件を全て満足したとして、HAp結晶の析出がどの部分にどういった状態のどの大きさの粒子径で起こり、その結果曜変釉のもつ光彩が生じるのかについては現時点では不明である⁽⁵²⁾。

中国各地の黒釉窯業生産地に、報告されている釉の化学組成が示すように高い酸化リン濃度を充足させる為の、釉庫⁽⁵³⁾が存在したとしよう。腐植泥土を釉媒熔剤として利用している各窯場では曜変釉が様々な器物で生まれてくることになる。二・曜変天目の条件について、の項目⑤以下で取り上げた碗外側面に見られる小青紫色斑点が、四川省の窯場でも見られる事と関係があるのかもしれない。しかし現実には水吉建窯での生産のみが知られている。そこには素地土材料の物性・組成と共に、焼成法が深く関与している⁽⁵⁴⁾と推察せざるを得ない。

八・焼成法

冒頭で記したように、本論が新たな理義を説くものでは

なく、現時点で何処までが明らかで何所から不明なのかを示す報告書である。その意味でこの焼成法の単元は未解決問題に溢れている。以下に従来あまり踏み込まれて来なかった建窯に於ける焼成法について、若干の試論を加えたい。

八一・焼成窯

曜変天目の再現研究に最も重要な点は、焼成にあると推測された。風化の進んだ赤土と言える素地土に、酸化リンを多く含む媒熔剤だけで構成される釉で、しかも化学組成の上では兎毫釉・油滴釉おそらくは曜変釉と三種に違いが見出せない。となれば、焼成以外に曜変釉という特殊な釉が生まれてくる要因が考えられないからである。それぞれ特異な環境・状況を想定する必要がある。焼成環境の差によって三種は生まれた、と考えざるを得ない。

建窯で使用された焼成窯は、龍窯である。これまでに考古学調査で報告される龍窯の規模は全長が五〇mから一二〇mクラスのものまであり、発掘ではそれぞれの年代の窯が交錯していた。斜面の角度や通風条件など、築窯に最適な場所は限られていた事になる。焚き口から煙出しまで全体が残る例はそれ程多くは無い。窯により大甕を専門に焼造するもの、後代の青白瓷を専業とする窯なども見受

けられる。北宋代中期から南宋代中期の天目碗専業の龍窯として良く知られるサイズは、七〇〜九〇m平均として良い。これが正に建窯の最盛期に当たる。

現在、写真12で示すような福建省から広東省の窯業地で使用される龍窯は、全長がやや短く多少大小はあるものの四〇mが標準サイズである。内側の広さは、幅一・七m、高さも同様の一・七m前後である。その当時の使用匣鉢から推察すれば、茶碗が一窯で一九、一〇八件焼造出来たと思われる⁽³³⁾。これまでの報告や実験では、燃料薪材として雑



写真12 福建省莆田庄田窯の龍窯(全長約40m 1990年)

木が中心で、赤松は三割見当で枝葉を含むものである。薪の量は約五t。これで二四時間焼成を行う。

最下段の焚き口で、そろそろと緩やかに窯を暖める事が行われこれに約一二時間が費やされる。八〇℃程度までじっくり時間を掛ける。窯の内部分が赤色となり、窯全体

や匣鉢が熱を持ったことを確認して、上部投柴口に薪が投入される。一對の投柴口当たり一時間を目安に徐々に上段の投柴口に移って行き、最上部まで薪を投入して窯焚きを終える。最上部は薪の追加が必要無いほど、温度は上がっていると言う。窯内の最高温度は一、三七〇℃に達する。一、二八〇℃の温度帯は、窯内の最低温度域と推察される。現代の窯の焼造品は建築用瓷器に変化した⁽⁵⁾が、高機能な特徴から龍窯は継承されている。構造が簡単で熱効率も良いので燃料も少なくて済み、何よりも現代の標準サイズ四〇mの窯で二四時間という短時間で焼きあがる。

そして龍窯上部まで焼成が完了すると、焚き口に大量の水が撒かれ熾（オキ）をかき出し、一気に冷却させる。窯の火を消す手法は、〃熄火〃と呼ばれ手順が決まっている。短時間昇温と短時間冷却による焼成時間を短くする工夫は、生産効率化の一部であった。唐代晩期から始まった陶瓷器の量産は、北宋中期には生産効率を重視する事が起こり、以後時代と共に多くの工夫が成されるようになる。

八・二・焼成時に加えられる水

伝統的に、還元剤としての水の使用は、磚や瓦などの焼成に利用されてきた。『天工開物』〃磚瓦〃の中に『濟水轉

銕』の図解があり、そこには窯の天井部分に浅い池が設けられていて、窯内温度が一、〇〇〇℃に達したら窯の投柴を止め全ての戸口を塞いだ後に、天井の池に水を張る。徐々に窯内部に水が浸透して、内部は水分と炭素に満たされて徐々に冷却してゆく。窯出しでは黒色の煉瓦や瓦が焼きあがるとある。

焼成時に加えられる水分としては、これは未だ景德鎮市街地中心部に建國瓷廠⁽⁶⁾が稼働をしていた時である。建國瓷廠でたまたま卵形窯の焼成中に見学をした。前面戸口の投柴口に薪材を投入するに当たり、中二階にある薪は、職工によって半螺旋状の滑り台を伝い窯焚き職人に渡される。

この滑り台の途中に水道蛇口が付いており滑って下る薪に水が掛けられる構造となっている。乾燥済みの薪を水で濡らして窯に投入するのである。水で濡らすことで還元剤としての水を安全に窯内部に投入しているのか、多少の水分はかえって薪の火力を高めると言う。これを示すかのよう⁽⁷⁾に、景德鎮には〃乾柴〃と〃湿柴〃の言葉があり、実際に両者の使用時期を使い分けている。また、これは陝西省耀州窯の石炭燃料の饅頭窯での焼成であるが、石炭を比較的細かく粉碎した状態で、やはり上から水を掛けて、それを柄の長いスコップで窯に投入する。この場合も水が還元剤

であるのかも知れず、或いは單純に粉に散る事を防いでいたのかも知れず判然としない。何れの場合も焼成中、しかも攻め焚きの大切なタイミングで水を加えた燃料投入が行われているのは興味深い。

八・三・何を目的とした強還元と急冷

過剰な燃料を窯内部に投入すれば還元状態になる。また、水は還元剤としても知られる。大量の燃料投入は不完全燃焼の状態が続くために、窯内部の温度を低下させる事になる。水の投入は窯の冷却で焼成条件を変化させて、これも窯内部に遊離炭素を大量に発生させる。窯内の温度上昇に繋がらず、煙出しからは黒煙がもくもくと排煙される。薪の無駄と直結する強還元焼成は、何を目的とした操作であつたろうか。

先に記したように、焼成中の高温下での極端な酸素不足と水分供給は、HAP結晶を生み出し更に高温下では結晶粒のサイズを拡大させる。これが強還元焼成の目的であつたのなら、ここから生まれてくるであろう銀油滴釉・銀兔毫釉そして曜変釉を狙っていた事になる。龍窯の焚き口に近い下部の黒胎で焼成を完了させる部位では、この条件を満足させている。上部となる龍窯の大部分では茶褐色の兔

毫釉が焼き上がり、商品である建窯兔毫盞として全国に流通した。窯内の黒胎焼成部位で銀油滴釉・銀兔毫釉・曜変釉の三釉の焼成に失敗した場合には、どの様な釉が生まれるのだろうか。現地踏査時には、黒胎の黒釉を相当量見る事が出来た。黒胎焼造窯区でざっと五〇％程あつて、しかも残存器形の大きなものが多かった。結晶が大きく成長しなかつた場合に黒釉になるのであれば、反対に結晶の密度やサイズが異なる条件で成長した場合は、我が国で灰被天目（はいかつぎてんもく）と呼ばれるような釉が生まれるように思う。黒釉表面に木灰が被つた様な、乳濁釉が二重掛けされている様な表情をもつ。現地に廃棄された瓷片からすれば、美しい銀油滴釉・銀兔毫釉・曜変釉の三釉の完成率は、同黒胎焼造窯区の推定一〇％以下であつたろう。

ここで見られる黒釉には、時に強い光沢感のある釉表面全体に薄つすら虹色に見えるものもある。急冷却は、その当時の価値観として釉の透明化や光沢の強い釉に社会的に高い価値を持っていた事と合致するようである。これは、商品兔毫盞のやや艶消しの表情に対して魅力ある製品として、黒釉盞あるいは烏盞として流通して行つたように考える。

まとめにかえて

杭州市から曜変天目茶碗の残器が出土したことで、多くの陶芸家にとって曜変天目再現に再び意識が高まった。特に中国国内の動きには驚嘆する。

改めて「再現研究の調査報告」として稿を起こしてみると、ここ五、六年の間に随分再現研究も進んでいる。直接「曜変天目」の表題は持たないものの、新材料やその報告のなかに再現へのヒントが多く隠されていた。

またその中で今回、特に酸化リン（五酸化二リン）の釉中含水量に囚われて調査を重ねると、宋代に活動した陶工等の姿と窯業地においてと言ったものと、報告者が幼き頃に身近に感じていた職人の姿や、窯業地のみが持つ山野の景色や採土場の空気が、時空を超えて一体となつて感じられた。曜変釉の再現研究というそれ程多くの手掛かりを有しない分野で、「その発想は職人的である。とか、理論的には成立するが職人的ではない。」という感覚を頼りに、時代中の選択を職人感に求めた。その結果、地元に残されていた「釉庫」の名称と共に、腐植泥土の釉媒熔剤への応用に考えが及び、そしてその事が、高温釉中のHAP結晶の挙動にまで行き着く事となった。未だ明確な根拠は存

在しないので、独り善がりの夢物語で終える危険も無くはないが、一方で多くの陶芸実作者からの支持も得られるように感じている。少し残念なのは、この腐植泥土の化学組成の分析値を示す事が出来なかったことである。地元建陽瓷廠の報告書中だけでなく、現代日本での例も挙げられなかった。続けて研究を進めれば、この先には一定の成果が得られるように思う。

端緒から、焼成手法が曜変釉再現の大きな山場となる事は予想されていた。新作品の創造は常に、山河で発見した珍しい原料を試験焼成する処から発している。それと又、焼成に失敗した作品の中から興味深いものが生まれたりする。不安定要因を多くもつ薪材燃料の窯で出来る事が多い。不手際から発した失敗なのであろうが、多くの職人や芸術家は失敗の中に美しさを発見し、偶然的失敗を必然として作品作りを行う。曜変釉の焼成について言えば、もつと大きくならないか、もつと小さくならないかといった様な、発想法にも近い試みが必要なのであろう。本文に記したようにキークワードは、もつと高温での焼成、高温で窯内部に遊離炭素を充満させた還元炎冷却にあるように思う。ここでは敢えて結論として記すことを避けた。不十分な報告内容が独り歩きすることを恐れたからである。それで「ま

とめにかえて」とした。更なる継続研究を行い、新規の再現報告が出来ることを望んでいる。

謝辞

私と最初に曜変釉の話しを交わしたのは、館奥次郎さんという実家近くで作陶と釉研究を続ける八〇歳を越える老職人である。老師は、製陶所研究室で六〇年近く伝統陶磁器の釉開発を行ってきたという経歴をもつ大先輩である。何よりも実行を伴う経験に培われた釉調合の技は見事である。また、老職人として磨き抜かれた感覚も鋭く、私は非常に多くを学ばせて頂いている。また、藝大陶芸科準教授の三上亮先生には、自由発想の伝統釉についてご助言を頂いた。腐植泥土を釉媒熔剤に用いるという発想は、先生の考えを建窯窯址環境に置き換えたものと言える。更に、出光美術館学芸員徳留大輔先生には快く「N」プラマー氏資料閲覧の許可を頂いた。報告書をまとめるに当たり多くの方々の親切を、誠にうれしく思っている。最後に発表の機会を与えて頂いた、法政大学中国古代物質文化研究所塩沢裕仁教授に記して感謝申し上げたい。

註

- (1) 小山富士夫・山崎一雄「曜変天目の研究」『古文化財の科学 第六号』古文化資料自然科学研究会・昭和二十八年。
- (2) 塚本靖「天目茶碗考」昭和一〇年九月・學藝書院。本書によれば、今泉雄作が曜変天目を、前者を「曜変」、後者を「芒変」、両方が混じったものを「芒曜」と呼ぶように細分化したと書かれている。
- (3) 前田利常（一五九四・一六五八）以来加賀の前田家に伝世し、大仏次郎旧藏品として知られる。文化庁データベースによれば、前田家には二碗が伝世しており、MHIOMUSEUM収藏品（高さ七・一cm・口径一二・四cm・高台径三・九cm）と根津美術館収藏品（高さ六・七cm・口径一一・八cm・高台径三・九cm）が該当する。内箱には小堀遠州の筆により「曜変」の書付があるが、現在ではむしろ「油滴」の分類がふさわしいとしている。
- (4) 柳宮御物。三代家光より春日局、淀藩稲葉家から明治に入り岩崎家に。現在静嘉堂文庫美術館に収蔵される。（高さ七・二cm・口径一二・二cm・高台径三・八cm）
- (5) 拙文「南宋古都杭州出土の曜変天目」『聚美No5』平成二十四年九月三〇日青月社
拙文「杭州出土の曜変天目」『人文科学年報43号』平成二五年三月二〇日 Images/img0_999217006_0_0.tif 専修大学人文科学研究所

(6) 一九三〇年代に中国上海税関に勤務していた米国人で、

一九三五年に建窯窯址を初めて踏査し発表した。その後ミシガン大学の教授となり、戦後占領軍総司令部の美術係官として来日、小山富士夫と親交を結んだ。窯址探査の報告としては、J.M.Plummer『Illustrated London News』No.5036

・一九三五年一〇月十六日号。J.M.Plummer『Tennoku. A

Study of the Ware of Chien.』出光美術館 一九七二年がある。後者の訳文は「J. M. プラマー、江藤隆訳：『天目・建窯の研究』(上、下) 出光美術館館報、第二九／三〇号、

出光美術館、昭和五四年七月、昭和五五年三月を参照のこと。小山富士夫・山崎一雄「曜変天目の研究」『古文化財の科

(7) 学 第六号』古文化資料自然科学研究会、昭和二八年。山崎一雄「古文化財の科学」一〇号、昭和三〇年。

山崎一雄「東洋陶磁」四号、昭和五二年。

K.Yamasaki,Scientific Studies on the special Tennoku bows,Yohen and Oil Spot,International Conference on

Ancient Chinese Pottery and Porcelain,Shanghai,China,Nov 1982,Paper C-21. 上海での国際討議会の記録は、一九八六年

十一月に英文で出版された。

Scientific and Technological Insights on Ancient Chinese Pottery and Porcelain,Edited by Shanghai Institute of Ceramics,Science Press,Beijing,China,1986.

近年、山崎一雄「曜変天目と油滴天目」『金沢大学考古学紀要 21号』一九九四年、に窯址見学を含む研究の概要を記

された。

(8) 福建省博物館、厦門大学・「福建建陽芦花坪窯址発掘簡報」中国古代窯址調査発掘報告集、文物出版社、一九八四・一〇。

林忠干、王治平・「建陽古瓷窯考察」景德鎮陶瓷第一輯、江西省陶瓷工業公司、一九八三・一一。

Rewi Alley『Some Pottery Kilns Old and New in China』China Light Industry Publishing House,1985-2。

葉文程・林忠干『建窯瓷・鑑定与鑑賞』江西美術出版社二〇〇〇年(中国名瓷名窯シリーズとして、二玄社から翻訳本が出ている)。

(9) 化学分析に強い興味を示したのは、当時活躍中の陶芸作家たちであった。彼らの経験から、光彩の発生は鉛ガラスでよく見られる事から、その成分に鉛を含むものではないか、という意見が寄せられていた。

(10) 建窯遺址からの出土瓷片である、銀油滴斑をもつ瓷片と兎毫瓷片の釉組成分析では、伝統的な土釉によるものであった。すなわち、地元から産出する赤土粘土原料と媒熔剤として松木灰を混合して得た、特殊な元素が含まれることの無いごく普通の鉄釉であった。三・二項で詳細を記す。

(11) 重慶市博物館、陳麗瓊「重慶市塗山宋代瓷窯試掘報告」『考古 1986年10期』九一三頁に、小湾窯出土瓷片解説に、『曜変』の文字が見られる。

(12) 「福建建陽水吉宋建窯発掘簡報」『考古』一九六四年一期

(13) 前掲注(8)

(14) 建陽瓷廠における建盞の復元指導を行っていたのは、北京にある中央工芸美術学院(現在の清華大学美術学院)陶瓷系であった。葉喆民教授を中心とした再現研究は、使用原料の化学的調査を始め(福建省輕工業研究所・福建省建陽県瓷廠『建窯・黒釉瓷「兔毫」的恢復擴大試驗總結報告』一九八一年四月)、地元に残る建盞に関わる伝承までも収集するという徹底したものであった。葉喆民氏は気骨ある研究者・指導者として知られていたが、多くの陶瓷研究者に惜しまれて、二〇一八年一月二日に鬼籍に入られた

(15) 拙文「改訂 遊離アルカリを利用した伝統的釉調合・伝統技法と黒釉施釉法」、『日本陶磁芸術 第7号』平成二十七年日本陶磁芸術学会・東京藝術大学。現代陶芸では、量産目的のため釉のもつ安定性を重視するので、釉中の遊離アルカリを排除するために木灰類の水洗いを入念に行う。釉泥漿に残る水溶性のアルカリが、胎土の耐火度を下げてしまうからである。宋代伝統土釉では、特に水洗いの形跡が認められない。変化の多い釉を好んで使用した可能性もあり、あるいは手際良い作業で素地へのアルカリ浸透が一定範囲に収まっていた場合も考えられる。しかし建盞の釉類では、遊離アルカリが様々な変化を生んでいる可能性も捨てきれない。

(16) 張福康「鉄系高温瓷釉綜述」『中国古代陶瓷科学技术成就』上海科学技术出版社、一九八五・一二

(17) 先に山崎の考える曜変天目の条件(三)で示したように、

昭和二十七年では曜変天目釉が湿式分析で行われ、その時の数値が現在まで伝えられている。昭和五十一年には理化学機器を用いた曜変天目胎土の分析を行っている。分析試料については定かでないが、軽い元素のアルカリは原子吸光分析法を用いているので、誤差は少ないと思われる。故人がどの様な信念で、初期発表値の変更や分析値の追加発表をされていないのか、今となっては知る由もない。

(18) Goldich, S.S. (1938) A study in rock weathering, *Journal of Geology*, vol. 46

(19) 素地原料に木灰を加えて釉とするという伝統的灰釉は、華南地域においては南宋後期まで続いていた。陶瓷原料不足により素地土を二成分配合により得ることから、長石釉が始まり近代的な釉調合が起こる。原料の風化程度を示す指数という考えは、拙文「宋代景德鎮窯業における素地土配合の研究」『元代青花白瓷研究』平成二十一年六月二十九日・亀井明德編著・亞州古陶瓷学会。にて初めて示した。風化指数設定の詳細は、該論文に示したのでここでは割愛する。

(20) 孫建興「曜変天目胎釉製作の化学組成」福建省南平市・南平星辰天目陶瓷研究所。焼成温度は一、三五〇℃に達すると言う。

(21) 窯業の興きた北宋代には、大量生産のための匣鉢詰が活用される。より狭い窯空間に効率良く詰めるためにV字形匣鉢が考案された。積み重ねられた匣鉢の上下空間に正確

に未焼成素地を詰める為に、予め整形陶范による器形修正を行った。「匣鉢使用の窯詰法について」浙江・福建省の龍窯を中心に「貿易陶磁研究 No.18」平成一〇年。「装焼法の発展と印花裝飾」『専修人文論集 87号』平成二二年。

- (22) 一般に灰釉系釉では長時間焼成によって、釉と胎の中間に白色が目視できる中間層が出来上がる。中間層は、胎色・釉色とは無関係に白色を呈する。経験では、焼成時間一週間が目視できる幅に成長する目安であるので、薪燃料の龍窯では中間層が目視できる程に成長しない。曜変天目の焼成時間はこれに満たない事になる。

- (23) ジオブサイト様でもある。これは高温釉ではよく見られるものであるが、大きく成長している様子は乳濁釉に近い。
- (24) 陳顕求・他「宋代天目名釉中液相分離的発現」『景德鎮陶瓷』一九八一年、第一期。同論文には吉州窯天目盞の気孔率〇・五四～六・三八%、吸水率〇・二三～二・八〇%が示される。

- (25) その一方で、建窯の装焼法とも関わる。建窯ではV字形匣鉢底部に高台部を「墊餅（餅形焼托）」で支え置く。大きな接触面で匣に置かれる為に、脚部の焼成時温度は若干低いとも考えられるし、昇温冷却の挙動も側壁部とは異なるものとなる。

- (26) 筆者が初めて建窯窯址を探索した一九八七年当初では、各窯址の龍窯の位置が推定できる状態であった。焚き口と煙出しは明瞭で、下から三割見当の位置に黒色の胎をもつ器形の美しい良品の建盞破片が集中して出土した。銀油滴

班の破片は、この位置で見られた。これより上方は褐色胎の兎毫盞で占められ、更に煙出し近くでは斗茶用小碗が出土した記憶がある。ここでは、器形の美しい建盞の出土する部位を、名工の作が窯詰された場所としておく事にする。黒色胎の盞が何故に集中するのかについては、焼成法と関わり、現時点ではその理由は判然としない。

- (27) 宋代には、華北で石炭燃料の饅頭窯が、華南では薪燃料の龍窯が焼成窯としてほぼ定着していた。薪を用いた龍窯では短時間で焼成できるものの、窯内温度分布は広く温度差は一〇〇℃程度は有ったものと思われる。釉の熔化は、一定以上の温度帯で加わった熱量の積分値によるので、予め窯の中に入れられた「色見」を取り出して熔化の状態を判断する。広い温度幅に対応するために、媒熔剤の量を変化させた二・三種の釉を準備する。これまでに報告される宋代青瓷窯工房跡からは、これを示すように口径六〇～八〇cmの釉甕が二つ並んで出土する。甕には同青瓷釉で、媒熔剤の量が異なる釉が準備されていたと思われる。現代で言えば、一号釉と三号釉が準備されていた訳である。

- (28) 人工的に釉表面に装飾を施すというのは、施釉後の釉上に再度別の釉を部分的に掛けることで行われてきた。言わば釉の二重掛けである。これについては、早くは河南省魯山県段店窯の唐代花釉が知られる。金・南宋代に入ると、磁州窯・臨汝窯・鈞窯等の華北諸窯や華南の吉州窯等で起こる。特に吉州窯の玳瑁盞は、二重掛けの釉をもつものと

して良く知られる。玳瑁とは玳瑁の皮である鼈甲（べつ甲）のことで、鼈甲蓋あるいは鼈蓋とも呼ばれる。原料粒度と珪酸含有量の異なる二種の釉を部分的に重ねる二重掛け法は、この時代に盛んに用いられた。今の段階で、曜変天目碗の内面斑点が二重掛け法でない事の完全否定は出来ない。

- (29) 『唐物天目—福建省建窯出土天目と日本伝来の天目』展、茶道資料館 一九九四年。水吉建窯でのこの時点で最新発掘成果を、我が国伝世の天目茶碗と並べて展示する試みが成された。同展では内外研究者によるシンポジウムも開かれた。この時展示された新資料として、『鷓鴣斑碗残片』があった。この資料の発見場所は建陽瓷廠後壁外路床面上とされ、無舗装路に埋まっていたという。その後幾点かの出土はあるが、残念ながら正式な古窯址からの出土報告ではないようである。また、長石・石英等の石質材を粉砕磨り潰して使用する陶瓷技法は、一般に華南地域では南宋末に始まる。鷓鴣斑碗の生産が、建窯盛期に一致するものか疑問が残る。

- (30) 先の山崎論文において、曜変天目条件の②に示したように「生成の機構は、茶碗焼成の途中において釉が熔融した時に二層に分かれて、一部が滴状となって釉の上に浮かび、これがそのまま冷却して滴は結晶し、一方で釉は結晶せずガラス質のまま固化したものではないだろうか。」としており、結晶釉との考えを記している。人工的ではないとの明言を避けているが、杭州出土の曜変天目碎片の観察からも、

人工の手描き法とは考え難い。

- (31) 静嘉堂文庫美術館所蔵の重要文化財「油滴天目」は、比較的大きな銀色油滴斑を器の内外に持っている。これについても我々の認識として、手描きによる人工的斑点を否定しているが、科学的根拠は無い。

- (32) 前掲注(14)による。

- (33) ここでは取り上げないが、殷周時代の青瓷釉であっても酸化リンは平均一・五％程度含まれており、両者の関係を示している。その後宋代に入ると、酸化鉄二・〇％前後を含む青瓷釉に含まれる酸化リンは減少し〇・七％程度となる。なかでも北方白瓷釉に含有量の少ない傾向が見られ、反対に南方の青瓷釉では一・五％ほど含まれる傾向が続く。しかし、華南に於いても景德鎮窯や德化窯など主に白瓷を生産する窯では、宋代にすでに含有量は減少する。反対に汝窯系の青瓷釉では、乳濁を即すため酸化リンの含有はむしろ多いのに対して、南方龍泉窯では通常木灰からの調査含有量に近く〇・七％程度で安定している。このように釉中酸化リン含有の変遷から、宋代陶工には、明確に酸化リンの役割が了解されていることが判る。釉中に含まれる酸化リンの変遷については、別稿に譲ることにする。

- (34) 池中村の旧名。一九三五年ブラマー調査時の地名は『Chih-tun』と記され J.M.Plummer 『FEMMOKU』一九八〇年、出光美術館の訳文では『池墩』村とある。『墩』の意味は「土を盛り上げた台」であり、池中に在って台の上に村

が存在するという、湿地帯中の意味が良く分かる。ちなみに、一九五五年三期の「建窯調査記」「文物参考資料」五二頁の地図「建窯廢址分佈圖」中には「描」字が当てられ、灌漑利用に盛り上げた台の意味が加わっている。一方で水吉鎮の地名は「みずよし」である。悪水の溜まる南浦溪流域にあつて、ここからは上水が湧く為に人口が密集し大きく発展したと推測する。

- (35) 超富栄養湖は、リン濃度が 100 mg/m^3 以上の基準とされるが、湖底の泥土は基準をはるかに超えるものと推察される。イオン化傾向の小さいリンは、水に溶けることなく堆積を繰り返すので沈殿物・腐植泥土での濃度は相当高かったと思われる。

- (36) 宮崎安貞「農業全書」「日本農業全集12」一九七八、三、農山漁村文化協会。卷之一 農事総論 九五頁。ここでは泥肥について、「池・河・溝などの底の肥えた泥を上げて、よく乾燥させてしばらく放置し、人糞・灰などと合せて用いる」と記される。

- (37) 釉庫底部の泥土も本来素地土に近いものでもあるので、この小さな池で媒熔剤と底部泥土との全体均質攪拌が出来るのであれば、「釉庫の釉」はこの時点で完成していたこととなる。これには対象となる小溜池に流入する雨水や小川水に混じる泥土量が毎年定まる必要があるので、管理にやや困難を感じる。それで、「釉庫」では、外部からの雨水の量も制限されている状態で、超富栄養湖として媒熔剤のみ

が作られていたと推定する。

- (38) 華北耀州窯の複数の宋代工房跡から、饅頭窯一基の工人数が推察され、その結果五名前後と言われる。現代華南龍窯一基の工人人数も、一九九〇年代の筆者による調査で五名前後である事が分かっている。これは、窯業生産に直接かわる熟練技を有する工人人数である。採土や窯詰、薪材作りや窯焚き、窯出しに製品梱包といった特別な技を必要としない作業は、工人家族らを集合させて行っていた可能性がある。

- (39) 朝鮮で行われている土釉配合に、木灰（樹木灰）を用いるのではなく生雑草を腐らせて、それを土と混ぜ合わせて釉と成す手法が伝わるという。褐釉・黒釉に近い「オンギ（ハニアリ）」と呼ばれる壺・罐が有り、伝統的にはキムチ漬けに利用されて来た。この罐の釉が上記の手法で作られると云うのである（東京藝術大学陶芸科三上亮）。現時点で酸化リンがどのような方法で加えられたか分らない以上、素地土と媒熔剤としての豊富に酸化リンを含む石灰釉を得るためのあらゆる方法を考慮する必要がある。

- (40) イオンブレーティングと言われるメッキ技術は、真空容器中でメッキしようとする物質を蒸発させ、これをイオン化して電界をもつて加速させて、予め直流マイナス電位を与えたメッキ対象物に蒸着させるものである。金属蒸着で薄膜を構成する際に容器中に適度な酸素を加え、対象物と加速器との距離を調節することで薄膜厚を選ぶことができ

る。(東洋ステンレス研磨工業 門谷豊氏による指導を受けた)

テンパーカラーとIPカラーは、共に金属酸化被膜より成る干涉色(構造色)で、nm単位のごく微小な結晶回折格子構造による色彩の可能性をもつ。

- (41) 「11003年九月特許出願 特開200582138 平成一七年三月三十一日【発明の名称】曜変加飾陶磁器およびその製造法」また、発明者による出願内容や意図について、やさしく解説したものが、『セラミックス』41(2006)No.5 特集「陶磁器釉における先端研究、大平修「曜変天目の謎」

- (42) 文部科学省指定「目指せスペシャリスト」事業『窯変天目茶碗の制作』・加飾曜変天目釉の研究・福島県立会津工業高等学校セラミックス科生徒発表。

- (43) 基礎釉のゼーゲル式は、 $0.50\text{KNiO} \cdot 0.3\text{CaO} \cdot 0.2\text{MgO} \cdot 0.5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ と記される。

- (44) 王芳「分相呈色陶瓷釉の特性及呈色機理」『硅酸塩学报 第37巻第2期』二〇〇九年。ここには釉中のリン酸カルシウム $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ が、 1180°C で 100nm の球状結晶が出来上がり、それ以上の温度では互いに熔着し結晶形状が壊れると記される。

- (45) 前掲注(24)

- (46) 加藤悦三ほか「高火度赤釉の調合試験」『名古屋工業技術試験所報告 Vol.14』一九六五年。を切っ掛けに分相による釉の発色に関わる研究が進んでいる。近年では、朴媛淑・

他「高火度酸化焰鉄赤釉の発色メカニズム(第一報)」[Journal of the Ceramic Society of Japan 113] 日本セラミックス協会、二〇〇五年。朴媛淑・他「高火度酸化焰鉄赤釉の発色メカニズム(第二報)」[Journal of the Ceramic Society of Japan 113] 日本セラミックス協会、二〇〇五年。が報告される。中国でも鈞窯釉の緑色や青色について、前掲注(44)等の研究が進む。

- (47) 金澤孝文「リン」研成社一九九七年。

- (48) 金澤孝文・他「アバタイトの材料化学」[Gypsun & Lime No.210] 一九八七年。ハイドロキシアバタイト(HAp)について、「有機物・無器物を問わず、 Δp ほど高温まで、水酸基を結晶格子中に保持できる物質は、他に見当たらない。」としている。

- (49) 地元水吉鎮での話として、通常の兎毫盞焼成時の昇温途中で豪雨があったと言う。雨水は龍窯の天井部から窯内部に入り、同時に側面の側溝の水は溢れ、ここからも内部に水が侵入する。窯は急速に冷却をして、それに抗うように大量の薪材が投入される。窯の内部では急激な温度変化が幾度も発生し、大量の水分によって通常とは全く異なる強還元炎状態が生まれる。窯内圧は激しく変化して、窯の温度は数百度の変化が起き最高温度は、 1300°C を超える状態が幾度となく起きる。通常の窯焚きとは全く異なる環境が、曜変天目を生んだとする。伝世した史話にすぎないが、窯の焼成に関わる話として興味深い。

(50) 施佩・王芬「磷酸 鈣含量对青瓷釉色的影響」『硅酸盐学报 第44卷12期』二〇一六年。電子顕微鏡写真では、結晶粒は球形をしており、平面長さ方向で四六nmが七二nmに変化したのであるから、体積では約三・八倍になった事になる。同注(48) 参照。

(51) これまでにフッ酸を利用した曜変釉の再現研究があり、発明者による特許出願がなされ、二〇一一年に公開されている。[二〇〇六年六月二六日特許出願 特開 2011-6290 平成二三年一月一三日]『発明の名称』曜変の光彩の生成法』出願内容等の資料によれば、高火度黒釉の結晶析出温度帯より更に低い温度で、焼成窯内部にフッ酸を投入するとされる。

(52) 著者の考えをあえて述べるならば、黒釉表面に出来る薄膜層に、超微粒のHAPが晶質・非晶質状に再析出固化したものと思っている。昆虫が自らの蛋白をキチン層として生み出したように、この部分にアパタイトによる青紫の構造色を有したものが、曜変光彩釉ではないだろうか。言葉を換えればすなわち曜変天目釉は、アパタイト分相構造色釉の可能性が高いと推察している。

(53) 水上和則「中国の竜窯ノート」『陶説』日本陶磁協会、第五二二号、pp. 58-61、一九九六年九月。水上和則、『やきもの窯の歴史』セラミックス博物館 日本セラミックス協会。http://www.ceramic.or.jp/museum/yakimono/contents/yakimono/kamahumi

水上和則「匣鉢使用の窯詰法―浙江・福建省の龍窯を中心に―」『貿易陶磁研究 No18』日本貿易陶磁研究会、一九九八年。

主に華南で用いられる龍窯に対して、華北では石炭燃料の饅頭窯が使われた。北宋元豊(一〇七八、一〇八五)年代の耀州窯での陶瓷器生産の様子が、『徳応侯碑』に記される。碑文には、信心深い陶工等の素朴な姿が現されている。松浦満(水上和則)「陝西省耀州窯徳応侯碑文について」『陶説』日本陶磁協会、第四七六号、一九九二年十一月。

(54) 島田文雄「薪窯の焼成時間と陶磁器変化の焼成研究」『日本陶磁芸術 第8巻』日本陶磁芸術学会、二〇一六年。窯業地常滑の老陶工によれば、鉄砲窯(龍窯の常滑名称)の焼成で最も盛んな頃は、最上部の焼成が始まる頃には最下部の窯出しが成されたと言う。戸口を開くと未だ窯内は赤かった(六〇〇℃程度か)そうである。戸口からの熱気で、窯上部の雨除けの天井部が焦げ始め、その為に屋根に水を掛けながら窯出しを行ったと言う。窯出しの戸口近くでは、当時流通した小銭が見つかる事があるが、これは商売人が窯出しを待つ事なく商いをした証拠であると言う。

(55) 市街区に在った『建国瓷廠』は、現在昌江西郊外に『古窯』として移築保存されている。

写真・図の出典等

表1、建窯天目碗の釉と胎土の化学組成 筆者作成

表2. 代表的建窯釉の風化指数 筆者作成

表3. 酸化リンを多く含む灰類の化学組成 筆者作成

表4. 唐→元代黒釉の化学組成 筆者作成

図1. 原図には「釉上の薄膜による光の干渉を示す概念図」と記される『金沢大学考古学紀要 21号』一九九四年より転載

図2. 水吉建窯の陶瓷原料とその割合 筆者作成

図3. 建窯釉の風化指数 筆者作成

図4. 唐→元代黒釉瓷の $P_2O_5-Fe_2O_3$ 含有量 筆者作成

図5. 唐→元代黒釉瓷の $Al_2O_3-SiO_2$ 性状図 筆者作成

写真1. 杭州出土の曜変天目碗残器(1) 筆者依頼により写真撮影者 魏協

写真2. 杭州出土の曜変天目碗残器(2) 筆者依頼により写真撮影者 魏協

写真3. 杭州出土の曜変天目残器側断面拡大(3) 筆者依頼により写真撮影者 魏協

写真4. 杭州出土の曜変天目釉表面特異部分拡大(4) 筆者依頼により写真撮影者 魏協

写真5. 建窯古窯址瓷片で観察される青紫色小斑点部分 筆者撮影一九八七年

写真6. 杭州出土の曜変天目釉外壁口縁部に列をなす青紫色小斑点 筆者依頼により写真撮影者 魏協

写真7. 古窯址採集黒釉鉄銹斑碗 福建省博物館「福建建陽縣水吉北宋建窯遺址発掘簡報」『考古』1990年12期、大路后門1

号窯出土。

写真8. 水吉鎮近傍の氾濫した南浦溪と山上の塔 出光美術館

『ITEMMOKU』より転載

写真9. IPカラー 東洋ステンレス研磨工業株式会社のブログ <https://ameblo.jp/toyo-stainless-kenna/entry-11806281904.html> から提供を受けた。乾式メッキ技術の中の物理蒸着(PVD)の総称としてIPを用いており、IPカラーは著者の造語で学術的には意味を持たない。

写真10. 玉虫の羽(自然光下撮影) 筆者撮影二〇一七年

写真11. 玉虫の羽裏面部分拡大写真(自然光下撮影) 筆者撮影二〇一七年

写真12. 福建省莆田庄辺窯の龍窯(全長約四〇m) 筆者撮影一九九〇年

本文掲載の写真1.、写真4.及び写真6.は、著者が所蔵者である古越会館より撮影許可を得て、プロカメラマン魏協を雇い撮影したものであり版權は著者に属している。したがって、掲載写真について何者も許可のない無断使用を禁ずる。

重量 (%)

資料番号	年代	資料形態	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃ /R ₂ O+RO	SiO ₂ /R ₂ O+RO	文献
TD-40)	唐	銅官窯 黒褐色釉	1.95	0.11	2.87	14.98	0.62	8.00	12.65	53.19	0.98	2.02	0.34	2.45	a1
B55(J806)	南宋	吉州 純黒	5.37	0.45	2.84	6.54	0.73	5.63	14.4	61.78	0.86	1.50	0.56	4.09	a2
B19(76-4Ji)(H)	宋	黒釉	2.93	0.23	3.30	9.00	0.84	6.22	12.82	62.1	0.67	1.57	0.45	3.72	b1
B20(76-4Ji)(HC)	宋	黒釉	5.11	0.34	2.62	8.01	0.92	4.31	13.59	61.9	0.91	1.59	0.49	3.85	b1
B21(76-4Ji)(HD)	宋	黒釉	4.29	0.32	3.26	9.08	1.12	4.81	13.94	60.25	0.71	1.33	0.46	3.41	b1
B22(J-Tianjing)	宋	黒釉	4.95	0.28	2.73	9.03	1.21	4.57	12.77	60.76	0.88	1.91	0.43	3.53	b1
B23(77JLT2(2))	宋	建 克庵斑	3.01	0.09	1.97	6.58	0.72	5.66	18.61	61.48	0.57	1.26	0.91	5.12	b1
B24(77JCT4(2))	宋	建 壽磁斑	3.39	0.11	2.00	7.39	0.72	5.47	18.06	60.70	0.52	1.41	0.80	4.60	b1
B25(77-Shuji)	宋	建 克庵斑	3.11	0.11	1.56	5.55	0.56	6.64	18.79	62.02	0.64	0.97	1.06	5.98	b1
B26(Xiao-Yu-4)	宋	黒釉 小玉	2.55	1.10	2.00	6.73	0.10	6.33	14.7	64.31	0.99	0.25	0.67	4.99	b1
B27(Jie-Xiu(S))	宋	黒釉 介休	2.58	1.20	2.66	6.23	0.09	5.80	15.08	65.00	0.89	0.15	0.66	4.83	b1
B28(TB4)	宋	建窯	3.04	0.12	1.86	6.55	0.69	5.35	17.85	62.17	0.58	1.18	0.88	5.24	b2
B29(TC9)	宋	黒釉	3.03	0.12	1.89	7.37	0.73	5.27	18.12	61.09	0.56	1.25	0.83	4.78	b2
B30(TC20)	宋	黒釉	3.03	0.11	1.79	8.03	0.50	5.91	17.98	60.52	0.60	1.08	0.79	4.54	b2
B31(TC22)	宋	黒釉	2.91	0.10	1.90	6.71	0.64	6.3	18.94	60.46	0.94	1.33	0.93	5.04	b2
B32(TO2)	宋	建窯	2.53	0.08	1.54	4.97	0.55	8.49	18.36	62.01	0.64	1.09	1.16	6.65	b2
B33(TS1)	宋	建窯	3.46	0.11	1.69	5.44	0.65	5.93	18.67	61.83	0.72	1.23	1.03	5.79	b2
B34(TS4)	宋	黒釉	2.88	0.09	1.72	6.60	0.47	5.26	18.35	62.62	0.64	0.98	0.93	5.41	b2
B35(TS12)	宋	黒釉	2.98	0.09	2.19	6.41	0.77	5.68	18.66	60.59	0.76	1.49	0.90	4.99	b2
B36(TS20)	宋	黒釉	3.08	0.1	1.92	6.54	0.77	6.06	18.55	61.24	0.69	1.55	0.91	5.13	b2
B37(TY3)	宋	黒釉	3	0.09	1.54	6.11	0.5	5.9	18.65	62.24	0.65	1.07	1.01	5.74	b2
B38(TY27)	宋	黒釉	2.82	0.11	1.74	5.85	0.58	6.29	19.27	61.17	0.7	1.16	1.05	5.68	b2
B39(TY40)	宋	黒釉	2.91	0.1	1.54	6.23	0.45	6.11	19.03	61.24	0.64	0.93	1.02	5.60	b2
B40(TY45)	宋	黒釉	3.14	0.09	1.98	6.91	0.65	5.54	17.7	61.78	0.54	1.24	0.83	4.96	b2
B41(TY50)	宋	黒釉	2.9	0.08	2.03	7.56	0.55	6.07	19.01	59.76	0.55	1.26	0.85	4.57	b2
B42(TY51)	宋	建窯	2.96	0.09	1.68	6.2	0.65	6.20	18.73	60.92	0.76	1.25	0.99	5.47	b2
B43(HB1)	宋	黒釉	2.72	0.25	2.27	6.86	0.73	5.91	16.68	62.79	1.22	1.19	0.77	4.93	c1
B44(HB2)	宋	黒釉	2.97	0.34	2.93	10.92	0.95	5.10	14.78	60.12	0.80	1.43	0.47	3.28	c1
B45(CPS1)	宋	黒釉	3.18	0.68	2.23	6.13	0.09	5.61	15.00	65.68	0.77	0.17	0.70	5.22	c1
B46(CPS2)	宋	黒釉	2.97	0.66	2.07	6.24	0.08	5.13	16.12	66.04	1.10	0.22	0.77	5.36	c1
B47(YJ-T-12)	宋	黒釉 耀州	3.07	0.66	2.37	6.69	0.12	5.29	14.76	65.84	0.95	0.14	0.65	4.95	c1
B48(D(82)-I-3)	宋	黒釉 定窯	2.31	0.84	2.60	6.41	0.09	4.92	16.40	65.59	0.78	0.16	0.74	5.03	c1
B49(SBD(S))	宋	黒釉	2.18	0.94	2.60	6.66	0.09	5.22	16.15	65.78	0.82	0.18	0.71	4.94	c1
B50(J801)	宋	黒釉	4.73	0.38	2.98	8.76	0.91	5.20	13.51	61.49	0.78	1.55	0.46	3.57	c1
B51(J802)	宋	黒釉	4.61	0.34	3.01	8.87	0.72	4.32	13.84	62.17	0.83	1.67	0.47	3.60	c1
B52(J803)	宋	黒釉	4.90	0.37	2.88	9.14	0.89	5.81	13.22	60.78	0.95	1.41	0.44	3.45	c1
B53(J804)	宋	黒釉	4.72	0.38	2.55	7.43	0.71	5.92	13.92	62.34	0.38	1.47	0.54	4.11	c1
B54(J805)	宋	黒釉	5.40	0.39	2.68	6.85	0.73	6.66	11.63	62.87	1.38	1.43	0.45	4.14	c1
B60(CPY1)	元	黒釉	3.04	0.67	1.87	5.20	0.07	5.03	15.56	66.94	1.35	0.19	0.83	6.11	c1
B61(CPY2)	元	黒釉	2.68	0.69	2.12	6.88	0.08	5.22	16.79	64.61	0.83	0.17	0.76	5.00	c1
B62(CPY3)	元	黒釉	2.80	0.74	2.28	6.41	0.08	5.21	15.31	66.33	0.83	0.17	0.70	5.19	c1
文献															
a1: a2:「吉州黒釉染の陶変物理化学本質」[中国科学技术史 陶変巻] b1:宋代天目名釉中液相分離現象の発現 b2:宋代建窯の科学的研究 c1:「中国															
古代各類染変化学組成総匯」															