総 説

ベンガラのアートと科学の間で

堀石 七生

戸田工業(株)東京ヘッドオフィス, 〒105-6123 港区浜松町2-4-1, 世界貿易センタービル23F.

A Historical Survey of Bengala in View of Art and Science

Nanao Horiishi

Toda Kogyo Corp., Tokyo Head Office, World Trade Center BLDG. 2-4-1 Hamamatsu-cho, Minato-ku, Tokyo 105-6123.

Received August 8, 2002

SYNOPSIS

Iron oxide pigment is commonly called Bengala in Japan. The name did not originate from old Japanese language, but from Portuguese. In this paper a historical survey of Bengala is given from ancient age to the present days. Bengala was one of the earliest coloring pigments used by human beings and still has its important roles in our modern life. It has been well known that in ancient ruined caves animals were drawn on the rocks by using natural iron oxide pigments. Red colored bricks in the old Indus civilizations (4500 years ago) were made from red clay. In ancient China (about 2nd. Century A.C) magnetic iron oxide was first applied to Direction Indicating Tools so called Shinan-gyo. In the present days, Bengala has been one of the most important materials in modern industries, especially electronics. From now on, Bengala would give the solutions to serious problems, i.e. recycling natural resources, earth environment preservation and energy saving which are the important key words in the 21st century.

KEY WORDS

Bengala, iron oxide pigments, recycling natural resources, earth environment preservation, energy saving

1 はじめに

酸化鉄顔料(ベンガラ^{*1)})は古くて新しい工業材料である。

人類は有史以前から歴史を刻んで来た。考古学の研究成果がそれを証明している。即ち、発掘された遺跡や埋蔵品には古の人々のその時代その地方における生活文化が描かれており、それらの洞窟画や石室内部に描かれた絵に用いられた着色顔料には、酸化鉄顔料が多用されていたことが各種の測定分析の結果から知られている。絵の具や記録のルーツ及び伝承すると言う人間の思考は有史以前からのものであった。

人類はまた、未来への夢と憧れを抱きながら歴史を築いて来た。科学の進歩がそれを証明している。この科学の進歩にも人類は酸化鉄を利用して来た。

例えば、4500年前のインダス文明においては赤土を焼成した赤レンガが使用されており、この焼成レンガはセラミックスの元祖^{*2)}である。また、紀元2世紀頃の中国では磁鉄鉱(マグネタイト)を用いた「指南魚」と言う方位を指し示す道具が発明されており、15世紀末の大航海時代をもたらした羅針盤の元祖である。

17世紀頃にはオランダの東インド会社がベンガル湾を經由して日本へ渡来し、種々の舶来品をもたらした。この舶来品を総称して「ベンガラ」と称したが、酸化鉄顔料の国産化が開始した18世紀ごろから、舶来品の高級品をイメージして酸化鉄顔料をベンガラと呼ぶようになったものと思われる。ここでは、この歴史的な呼称に親しみを込めて酸化鉄顔料をベンガラと呼ぶことにする。さて、20世紀は18世紀の産業革命で萌芽した工業の近代化とそれを支えた科学基盤を発展させて飛躍的な工業化学の進歩と経済の高度成長を達成した。こ

^{*1)} ベンガラは、旺文社発行の古語辞典によるとオランダ語[Bengala]でインドのベンガルに産し、①黄味を帯びた赤色粉末染料。紅殻。②「弁柄織」の略。「弁柄系」はベンガラつむぎを織る木綿の糸で「唐糸」とも云い、ベンガルから輸入したのでベンガラと云った。「弁柄織」は絞織りのベンガラつむぎで、これらの言葉は元禄時代、井原西鶴の浮世草子や置土産等の作中で用いられていた事が記されている。但し、オランダ語辞典には[Bengala]なる語は無く、ポルトガル語辞典にある。語源の所以とした。

^{*2)} 「長江文明発掘記」(文芸春秋平成14年4月号)には、インダス文明より遥か2千年昔の中国の当該遺跡から600℃以上の温度で均一焼成した赤レンガが出土し、歴史の書き換えが話題となっている。

の20世紀においてもベンガラは重要な工業材料として貢献した。即ち、エレクトロニクスを支えるフェライトコア材、フェライト磁石材、磁気テープを初めディスクやカード等の磁気記録材、電子印刷用磁気トナー材、その他枚挙にいとまがないほど各種用途の原料として、ベンガラは様々な酸化鉄粉に変身を遂げながら活用されてきた。ところで、21世紀のキーワードは「資源、環境、エネルギー」であると言われているが、同時にこれらは前世紀からの動脈産業がもたらした資源の枯渇、環境破壊等と言う莫大な負の遺産の象徴でもある。ベンガラはこの課題にも挑戦している。即ち、資源のリサイクルとリユース、大気汚染や水質汚濁等環境を破壊する公害を防止する対策並びに自然環境の保全のために、ベンガラ及びその合成技術が成果を挙げている。筆者はこのベンガラに心を寄せて40年間、「ベンガラの化学と工業」をテーマに取り組んできた者であるが、ここでは歴史の間にベンガラを垣間見ることに、アートと科学に対してベンガラが果たした役割を検証した。

2 歴史に見るベンガラの役割

2.1 アルタミラ洞窟から高松塚古墳、そして近代へ

酸化鉄(α - Fe_2O_3)は人類文化史上で最も古い着色顔料であり、その特徴はその時代その地方の生活文化の歴史を今日に伝える記憶材料であったことである。即ち、スペインのアルタミラやフランスのクーニャック洞窟の岩壁に画かれている太古の動物画にも、古代エジプトのピラミッド、中国の雲崗石窟、敦煌莫高窟、インドのアジャンター石窟や日本の高松塚古墳などの石室内部に施した装飾壁画にも、また、地中海の海底から引き上げられた古代ギリシャのエーゲ海文明を彷彿とさせる壺や皿などの陶磁器に施された彩色絵にも、赤色や褐色の酸化鉄が用いられていたことが確認¹⁾されている。この貴重な人類の文化遺産を風化させることなく今日に伝えることが出来たのは、酸化鉄が有する化学的安定性によるものである。また酸化鉄顔料が古来より多く重用されたのは、天然に豊富に産出して資源的に恵まれていたこと、赤色が信仰上のシンボルカラーであったことにも起因していたと考える。他方、酸化鉄は地球の生誕から現在に至るまでの地球の歴史を記憶している地質工学上でも大変有用な記憶材料であった。即ち、酸化鉄には種々結晶構造が異なるものが存在しており、それらは地球創生のドラマの中から地中には種々結晶構造の異なるものが存在しており、それらは地球創生のドラマの中から地中や地表の環境変化により生成した鉱物としてTable 1に示す物が知られている。特にこれら酸化鉄鉱物の磁性は地磁気の変遷を記憶しているもので、現在の地球地理を解明する上で有用であるとされている。

酸化鉄赤色顔料は日本においても古くから使われていた。縄文・弥生時代には土器類の着色顔料として、古墳時代には横穴装飾古墳の壁画の彩色顔料として用いられていた。これらは赤土に含まれた天然の酸化鉄であった。飛鳥・奈良時代には仏教の伝来と共に、寺院や仏像などの造形美術に種々の赤色

着色材料が用いられていたが、朱(硫化水銀 HgS)、鉛丹(酸化鉛 Pb_3O_4)並びに酸化鉄(α - Fe_2O_3)顔料は中国からの到来物であった。オランダの東インド会社による海外交易が盛んに行われた17世紀ごろには、黄土(α - FeOOH を含有した土)を焼いて赤色(α - Fe_2O_3)化した土を精製して得られた酸化鉄顔料「ベンガラ」が輸入されるようになると、日本各地の神社仏閣並びに、染料や化粧用紅粉として重用された。この当時、舶来品ベンガラは大変高価な品物であったが、18世紀初めに質な国産ベンガラが製造された頃には、商家や民家の大黒柱や格子戸等の木材防腐と着色のために膠をバインダーに用いた塗料として、また、輪島塗りの漆器類の着色や陶磁器の絵付け等の工芸用に多用され、酒井田柿右衛門の赤絵陶磁器は東インド会社の交易船により有田からヨーロッパにもたらされ大きなインパクトを与えた。

2.2 国産化は銅山から、そして鉄鋼業から

ベンガラの国産化は1707年に岡山県の備中吹屋下谷(現在の岡山県川上郡成羽町吹屋)から始まった。同地方は銅山で栄えていたが採掘される銅鉱石には硫化鉄鉱を多く含有していた。この副生硫化鉄鉱は野積みで廃棄され風雨に晒され、やがて田畑や河川を汚染する厄介物となった。ある時、この厄介物が赤い粉に変化しているのを偶然見付けたことから、この廃棄硫化鉄鉱から硫酸鉄結晶を精製し、これを焼いて赤色ベンガラを製造する方法(ローハ法と呼んだ)を開発して、初の国産ベンガラの産地²⁾として繁栄した。後にこのベンガラを当地の名に因んで「吹屋ベンガラ」³⁾と呼んだ。1700年代の半ば頃に大阪で鉄屑を原料とした「鉄丹ベンガラ」の製造が始まったが、品質は吹屋ベンガラに遠く及ばなかったので1700年代末には衰退した。

吹屋ベンガラは品質が優れていたもので全国的に隆盛を極め、その製造技法を手本として硫化鉄鉱が産出した各地で生産が盛んになった。ここで特筆すべき事は、この吹屋ベンガラの製造技法は1970年12月に「大気汚染と水質汚濁等公害防止に関する施行法」が成立する迄の、実に270年間もの長い間受け継がれ、実施されてきたベンガラ(α - Fe_2O_3)製造の基本技術であったということである。このローハ法の技法は後に開発された「湿式合成法」に対して「乾式合成法」と呼んだ。

明治維新後の日本は文明開化の掛け声の下に海外の技術導入に力を入れた。その代表は製鉄技術であり、洋式の溶鉱炉を導入したことにより粗鋼生産量は飛躍的に増大した。

製鉄産業の隆盛は鉄製品の用途を拡大し鋼板の需要を増大したが、一方では鋼板の酸洗工程から鉄分を含んだ酸性廃液を多量に排出したので公害問題を生じた。この当時、鋼板の

²⁾ 文献2)の記録によると備中吹屋は岡山県中西部の吉備高原にあり、古来、中国山地の砂鉄の集散地としての拠点であった。吹屋銅山の始まりは非常に古い、近世に入り吉岡銅山と改名した。1700年代には西国一の名銅山となり、これを育てた泉屋吉左衛門は後に四国の別子銅山を発見し、住友の祖となった。明治初頭には三菱の祖となった岩崎弥太郎が吉岡銅山の経営に当り、明治末頃には日本の三大銅山の一つに数えられる迄になった。昭和47年閉山した。吹屋ベンガラの歴史もまた、この吉岡銅山の栄枯盛衰の歴史と奇しくも同じ道を歩み、昭和47年に270年の歴史に幕を閉じた。

酸洗には硫酸が用いられていたため廃液中には鉄イオンと未反応の硫酸が含まれていた。そこで先ず、この廃液に鉄屑を投入して硫酸と鉄屑とを反応させることにより廃液の硫酸鉄濃度を高濃度化した後に、鉛張りの冷却槽で硫酸鉄 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を結晶化して回収する方法で廃液を処理した。

また、1938年頃から国産化が開始したチタン白(TiO_2)産業においても原料であるイルミナイト鉱(FeTiO_3)はFe分をTiに対して等モル含有していたので、硫酸を用いてイルミナイト鉱からTi成分を抽出する工程からは多量の硫酸鉄廃液が排出した。この廃液の鉄分は硫酸鉄 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 結晶として回収されたが、廃液には原料に由来するFe以外の多種類の金属成分を多量に含有していたので、回収硫酸鉄にも異種金属を不純物として含有していた。

これら副生硫酸鉄はベンガラの鉄原料として使用したが、吹屋の硫化鉄鋼から得た硫酸鉄原料のローハと区別して、「人工硫酸鉄」と呼んだ。

この頃のベンガラ工業は、それまでの山里深い鉱山から採れるローハを鉄原料にしていた吹屋から、やがて、近代工業から大量に副生する人工硫酸鉄を原料とし、生産設備の近代化による大量生産型の近代化学工業へと脱皮して行った。しかし、生産設備や技術が近代化しても乾式法の基本(吹屋のローハ法)は変らなかったため、大量生産と同時にこの乾式法が基本的に内包していた問題即ち、硫酸鉄結晶を焙焼する際に発生する SO_3 や SO_2 等の排ガスによる煙害及び焼成後の製品水洗工程からの排水による河川の水質汚濁等の公害問題が一気に噴出した。この乾式法は1971年の公害防止条例の施行により270年の歴史に幕を閉じた。

2.3 製法の無公害化と近代工業への展開

1960年代半ばにベンガラの無公害製造法³⁾が開発された。

この方法は、人工硫酸鉄を水に溶解した硫酸鉄水溶液を原料に、これに苛性ソーダ等のアルカリを添加して水酸化第一鉄 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ コロイド水溶液を調整し(式1-1)、この水溶液を加熱しながら酸化することによりマグネタイト Fe_3O_4 粒子を沈殿し、

この粒子を精製(水洗、加熱酸化等の工程)(式1-3)して、赤色酸化鉄 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 粉とする方法である。

この方法は、煙害の SO_x ガスを発生しない、水洗工程の排水も中性で沈殿物を含まないので、無公害な製造法である。水溶液中で合成するのでこの酸化鉄顔料の製造方法を、先に示した「乾式法」に対して「湿式法」と言う。Fig.1は、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ コロイド溶液の濃度及び第一鉄に対するアルカリの添加当量比(R)と酸化温度との関係において、生成する酸化鉄の種類を示す状態図であり、湿式合成法の基本⁴⁾である。

湿式合成法は公害対策のみならず、Table 1の各種酸化鉄粒

子を製造することができるので各種工業分野に用途を広めていった。

この湿式合成法の基礎となった技術は、1958年当時、日本電気株式会社が研究開発していた世界最高の通信用Mn-Znフェライトであるネフェライト用高純度酸化鉄の開発(昭和33年頃)の成果に原点があった。この詳細な開発経緯は、ネフェライト開発者の明石雅夫氏ご自身が本紙に回顧録⁵⁾として記載されている通りである。

ベンガラは着色顔料として長い歴史の顔を持っているが、1930年代にフェライト磁石が発明され、そして磁気記録テープが発明されたことにより、着色材料から転身して磁性材料の顔⁶⁾も持つようになり、ベンガラは広義の酸化鉄粉へと成長し、交通、道路や建築等公共分野並びに、住宅、自動車や家電製品等個人消費製品分野へと市場を進展しながら、ベンガラの無害性と安価であることを特徴にして需要を拡大して行った。しかし、同時にルスナー法⁴⁾やアニリン法⁵⁾からの

- : Fe_3O_4 , × : $\alpha\text{-FeOOH}$,
- : Mixture of Fe_3O_4 and $\alpha\text{-FeOOH}$,
- ▲ : Mixture of Fe_3O_4 , $\alpha\text{-FeOOH}$ and $\gamma\text{-FeOOH}$,
- △ : Mixture of $\alpha\text{-FeOOH}$ and $\gamma\text{-FeOOH}$

Fig.1 The phase diagram relating to oxidation conditions of $\text{Fe}(\text{OH})_2$ aqueous colloidal suspension and a kind of compositions (by Dr. M. Kiyama).

*4) ルスナー法は、鋼板の酸洗を塩酸で行い FeCl_2 含有廃液を噴霧加熱して塩酸 HCl を回収する方法であるが、結果として酸化鉄 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ を副生した。この酸化鉄粉は着色顔料としては特性不足で、専らフェライト用原料として使用されている。この方法の他に、ルルギー法、ドラボー法、ピースリバー法、石川島大同法、ケミライト法等があるが、最も広く実用化されているのがルスナー法である。

*5) 染料や香料になるアニリン($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$)工業において、原料のニトロベンゼン($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$)を鉄と塩酸を用いて還元する製造工程から酸化鉄粉が副生する。これをアニリン副生ベンガラと呼んだ。

Table 1 A kind of iron oxides and hydroxides.

Type	Mineral name	Crystal str.	$a_0 / b_0 / c_0$	Color
α -FeO(OH)	Goethite	Orthorombic	4.587/9.937/3.015	Yellowish brown
β -FeO(OH)	Akagenite	Tetragonal	10.48/ - /3.06	Dull orange yellow
γ -FeO(OH)	Lepidrocite	Orthorombic	3.87/12.51/3.06	Dull orange brown
α -Fe ₂ O ₃	Hematite	Hexagonal	5.035/ - /13.75	Dark red
Fe _x O·Fe ₂ O ₃ (0 ≤ x ≤ 1)	Berthollide	Cubic		-
Fe ₃ O ₄	Magnetite	Cubic	8.396/ - / -	Black
γ -Fe ₂ O ₃	Maghemite	Cubic	8.338/ - / -	Brown
Green Rust II ※	-	Hexagonal	3.174/ - /10.94	Dark green

※basic salts containing ferrous and ferric ions.

副生酸化鉄粉の増大、並びに原料硫酸鉄が枯渇する等の困難な問題も多く発生し多難な時代を迎えた。

3 21世紀への取り組み 環境と酸化鉄の化学

21世紀のキーワード「資源・環境・エネルギー」と関連して考察すると、酸化鉄粉には注目すべき機能がある。ここでは生活環境の改善に役立つ酸化鉄並びに酸化鉄合成技術を用いた実例を示した。

3.1 重金属含有廃水を浄化するFe(OH)₂コロイドの化学

化学工業並びに大学や研究所の実験室から排出する廃液には有害金属を含むものがあり、河川や海水を汚染するので公害防止対策がそれぞれ義務付けられた。

酸化鉄湿式合成法を応用して、重金属を含有する廃液に鉄塩と苛性ソーダを添加して、廃液中の全金属イオンに対してアルカリ当量比 n が $n>1$ のアルカリ性水溶液とし、これを50℃以上の温度に加熱しながら空気を吹き込むことにより全金属イオンを沈殿させると、廃液中に含有しているFeにより重金属類がフェライト化する。この現象により廃液から有害重金属成分を分離除去する方法で、フェライト化法と称して実用化した。

Table 2には処理前後の廃液成分を比較して示した。

3.2 燃焼を促進する酸化鉄ナノ粒子

硫酸第一鉄水溶液に炭酸アルカリ水溶液を添加すると炭酸鉄FeCO₃コロイドが生成する。このFeCO₃コロイド溶液を加熱しながら空気を吹き込んで酸化すると反応条件により、 α -FeOOH及びFe₃O₄ナノ粒子が生成する。これを炭酸鉄コロイド法と呼ぶ。この方法で得られた酸化鉄ナノ粒子粉は化学活性が大きく、特に酸化または還元性雰囲気下で300℃以上の温度において、酸化鉄が還元或いは酸化される際に、周辺雰囲気を自ら放出または吸収する酸素により、酸化性或いは還元性雰囲気にコントロールするという機能を発揮することを見出した。この機能に着目して生活ゴミや産業廃棄物を焼却する際に焼却炉から発生するダイオキシンの抑制効果について詳細に検

Table 2 Concentration of metal ions influent and effluent.

Metal	Concentration	
	Influeunt (mg/ℓ)	Effluent (mg/ℓ)
Hg	7.4	0.001
Cd	240	0.008
Cu	10	0.01
Zn	18	0.016
Cr	10	0.01>
Ni	1000	0.2
Mn	12	0.007
Fe	600	0.06
Bi	240	0.1
Pb	475	0.01

討した。

この酸化鉄活性の機能原理をFig.2に示した。*(TIC®とは戸田工業㈱の商品銘である)。

ダイオキシン発生メカニズムは、プラスチック類を含むゴミを焼却する際に、焼却炉中に未燃焼部分があると先ず、400～500℃でダイオキシンの前駆体が発生し、600～700℃付近でダイオキシンを合成する。さらに燃焼温度が上昇して900℃以上になるとダイオキシンは再分解する。そこで、900℃以上の高温度で常時ゴミを燃やしつつければ焼却炉からダイオキシンは発生しないことになる。行政が実施方を指導している対策はこの方法を基本としたものである。

しかし、この対策は毎日大量のゴミが発生する大都会で、大規模焼却炉で処理できる地域では実施が可能であろうが、ゴミ排出量が少量な地域や小規模焼却炉に対しては現実的ではない。小規模ゴミ焼却炉でもダイオキシン発生を防止できる対策が必要である。

Fig.2の対策方法によれば300～400℃の比較的低温度にお

Fig.2 TIC® cycle for activating combustion.

Fig.3 A EM-photograph of α -FeOOH particles TIC®.

いて、酸化鉄 Fe_2O_3 は未燃焼ガス成分により還元されて Fe_3O_4 となり、未燃焼物 C_xH_y は、この酸化鉄粒子が還元して発生する活性酸素により完全燃焼して H_2O と CO_2 となるので、ダイオキシンは発生しない。一方、酸化鉄 Fe_2O_3 が還元されて生成した Fe_3O_4 は生成と同時に炉内雰囲気酸化する。酸化して再び Fe_2O_3 となる。このようにして酸化鉄粒子はゴミの燃焼を促進してダイオキシンの発生元である前駆体 C_xH_y を消滅させることによりダイオキシンの発生を根元から遮断する効果を発揮する。

実用化した酸化鉄ナノ粒子粉TIC®は炭酸鉄コロイド法により生成したもので、比表面積が $80 \sim 100 \text{ m}^2/\text{g}$ のナノ粒子粉で

ある。TIC®の粒子形態をFig.3に示した。

下記は実用の実績形態の一例である。

- * 回収用ゴミ袋: ポチエチレンやポリプロピレン樹脂にTIC®を数%含有させたゴミ袋やレジ袋等のエコ製品に関する特許を取得して実用化した。この特許は発明協会平成12年度地方発明表彰にて特許庁長官奨励賞を受賞した。また、このエコ製品は平成12年10月現在、27市154町村の自治体で採用されている。
- * ゴミ焼却炉に対する対策: TIC®の実用焼却炉への適応例をFig.4に、原理実証の実績例をTable 3に示した。平成14年12月からはダイオキシン規制に関する恒久対策法が施行されるので、種々の対策方法が提案されているが、現在のところダイオキシンの発生を根元から根絶する対策は本方法以外には無い。

3.3 ボイラー排ガスから炭酸ソーダを合成

酸化鉄ナノ粒子TIC®の合成に用いる炭酸ソーダは、排煙脱硫装置を転用してボイラーの燃焼排ガスと苛性ソーダ水溶液との気液接触反応により合成して用いている。これにより、工場敷地内に発生する炭酸ガスの総量を抑制することができ、地球温暖化問題に配慮した対策となった。

下記に実施の一例を示す。

- * 使用した苛性ソーダ溶液 : 18 規定液
- * 吸収した重油ボイラーの燃焼排ガス量 : $4.2 \text{ Nm}^3/\text{hr}$
- * 生成液の炭酸ソーダ濃度 : 5.6 g/ml

この実績は品質及び経済性において産業上十分有効であり、同時に、ボイラーからの燃焼排ガスは浄化され、炭酸ガスは

Fig.4 A schematic flow of an incinerator applied to TIC®.

Table 3 The results of demonstrative experiments at operating public incineration facilities using TIC®.

Name of existing incineration facility	Type of incinerator		Dust collector	Legal DXN regulation (ng-TEQ/Nm ³)	DXN concentration (ng-TEQ/Nm ³)	
	Type	Capacity			Control	Using TIC
Akasaka town, Okayama prefecture	Mechanized batch	6t/8h	BF	10	19	2.8
A town, Hyogo prefecture	Semi-continuous	30t/16h	EP	10	10	1.7
B town, Okayama prefecture	Mechanized batch	10t/8h	EP	10	18	2.5
C town, Hokkaido	Mechanized batch	20t/8h	EP	5	8.7	1.5
D town, Okayama prefecture	Mechanized batch	20t/8h	EP	5	27	1.3
RDF boiler facility, Shimane prefecture	Mechanized batch	32t/8h	MC+EP	5	15	1.3

Concentrations of dioxins emitted from incinerators can stably be decreased down to below 5ng-TEQ/Nm³ by using TIC.

炭酸ソーダに固定化されると言う大気汚染防止の大きな波及効果を併せてもたらした。

4 ま と め

17世紀頃、オランダの東インド会社が交易船で織物やつむぎを織る唐糸等と共に赤色粉末染料や化粧用紅として酸化鉄顔料を日本にもたらした。当時これら舶来品を総称して「ベンガラ」と呼んでいたが、ポルトガル語辞典によれば、ベンガラBengalaとはインドのベンガル地方を指す言葉であり酸化鉄顔料と言う意味は無い。しかしその当時、インド湾をベンガル湾と呼んだように、同地方を経由して到来した物をベンガラと呼んだものと肯ける。18世紀頃に着色用酸化鉄顔料が国産化されるようになるとこの酸化鉄顔料を舶来高級品のイメージで「ベンガラ」と呼ぶようになり、今日では「ベンガラ」と言えば酸化鉄顔料を指すようになった。

本文は日本のこの伝統的な呼び名となった「ベンガラ」に親しみを込めて、ベンガラの文明史上での役割について検証したものである。

ベンガラは遥か6000年以上も前から現代に至る文明におい

て、アートと科学に深く関係して来たことを証した。今日の高度に成長発達した20世紀文明の光と影においても、ベンガラは変容を遂げながら「古くて新しい工業材料」であり続けた。また21世紀の将来を展望して、資源の枯渇、自然環境の保全や省エネルギー等の問題解決に対しても、ベンガラには有望で絶大な機能性があることを示した。しかし、紙面の制約で言及できなかった多数の取り組み課題、例えば、IT化社会への対応、ナノテクノロジーやバイオサイエンスへの対応等であるが、これらについては稿を改めることにした。

本文を通して、一人でも多くの方々にベンガラの魅力を観取して頂けたならば筆者の法外な喜びである。

文 献

- 1) 馬淵久夫, 富永健編: 考古学のための化学10章, 東京大学出版会, (1981).
- 2) 備中吹屋: 山陽新聞サンブックス, (1997).
- 3) 堀石七生, 蔵田文男: 日本国特許第773657号.
- 4) M.Kiyama: "Conditions for the Formation of Fe₃O₄ by the Air Oxidation of Fe(OH)₂ Suspensions", Bull. Chem. Soc. Jpn., 47

(1974)1646-1650.

5) 明石雅夫: "ネフェライト", 粉体および粉末冶金, 48(2001) 869-876.

6) 堀石七生: "磁性酸化物記録媒体の開発と動向", 粉体およ

び粉末冶金, 42(1995)685-689.

7) 今井友之, 松井敏樹, 藤井泰彦, 沖田朋子, 中井資: "ヘマタイト触媒によるクロロベンゼンおよびベンゼンの接触酸化", 日本化学会誌, No.8(2000)541-545.