

エミシオグラフィによる絵馬の調査

三浦定俊・神庭信幸*

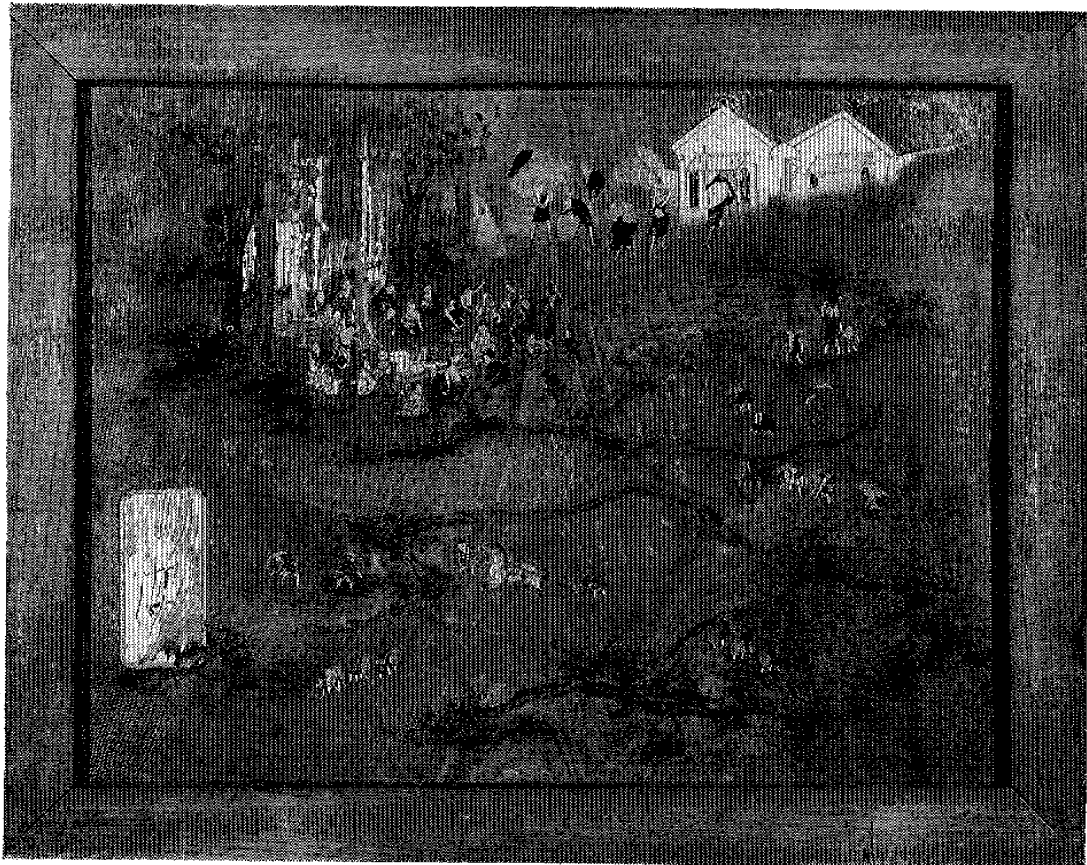
1. はじめに

江戸末期から明治時代の制作と考えられる絵馬について、エミシオグラフィを中心とした非破壊的な調査を行った。調査の目的は、わが国ではまだ殆ど利用されていないエミシオグラフィの撮影手法について¹⁾²⁾、撮影された画像と実際の日本画に用いられている顔料との対応を調べ、画像から顔料を推定する手法としてのエミシオグラフィの有効性を確かめることにあった。調査の方法としては、エミシオグラフィの結果を確認するためのX線分析の外に、赤外線撮影、X線透視撮影なども行った。

2. 絵馬の現状

2.1 寸法及び形状

縦50.0 cm, 横66.5 cm, 厚さ1.2 cm の杉の一枚板に描かれ、縦61.0 cm, 横71.4 cm, 厚さ3.6 cm の樺の額縁に納められている。絵馬と額縁とは釘で止められ、額縁の裏側上端には釣り下げるための太い釘が打たれている。X線透視撮影によれば、絵馬と額縁とを止めている釘



写真一 絵馬 (普通写真)

* 国立歴史民俗博物館情報資料研究部

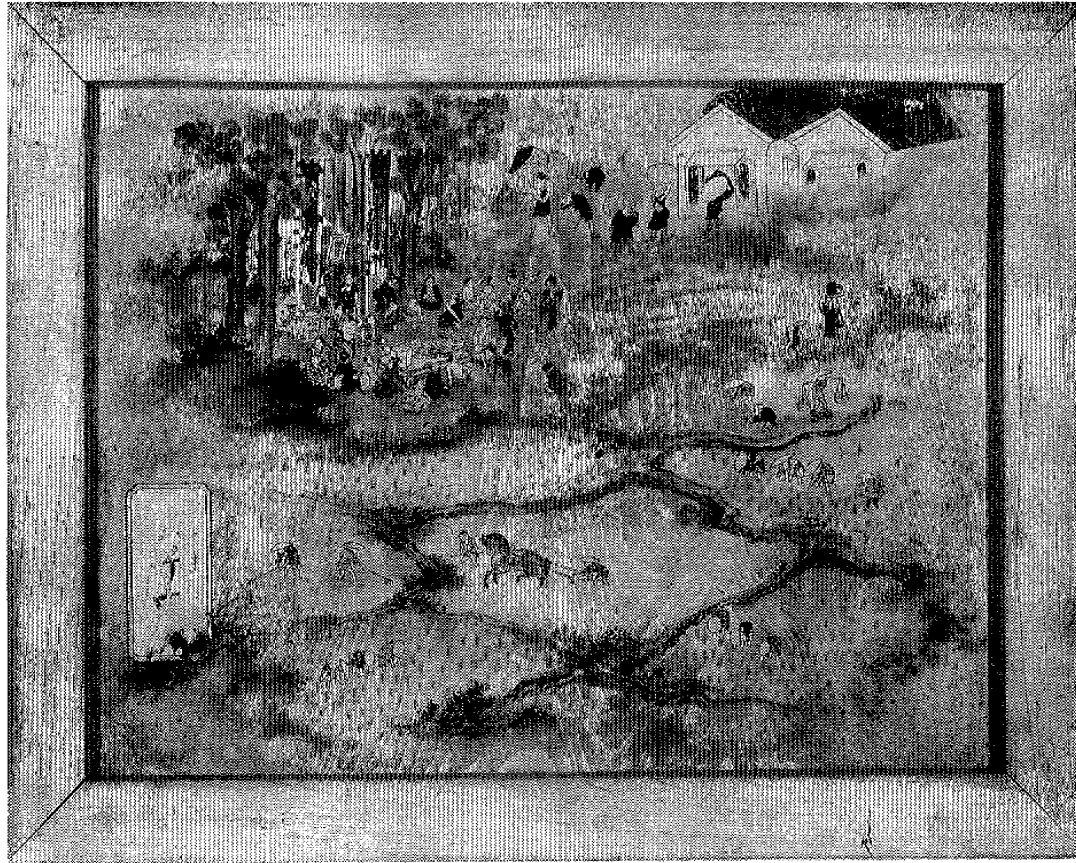


写真-2 絵馬 (赤外線フィルム写真)

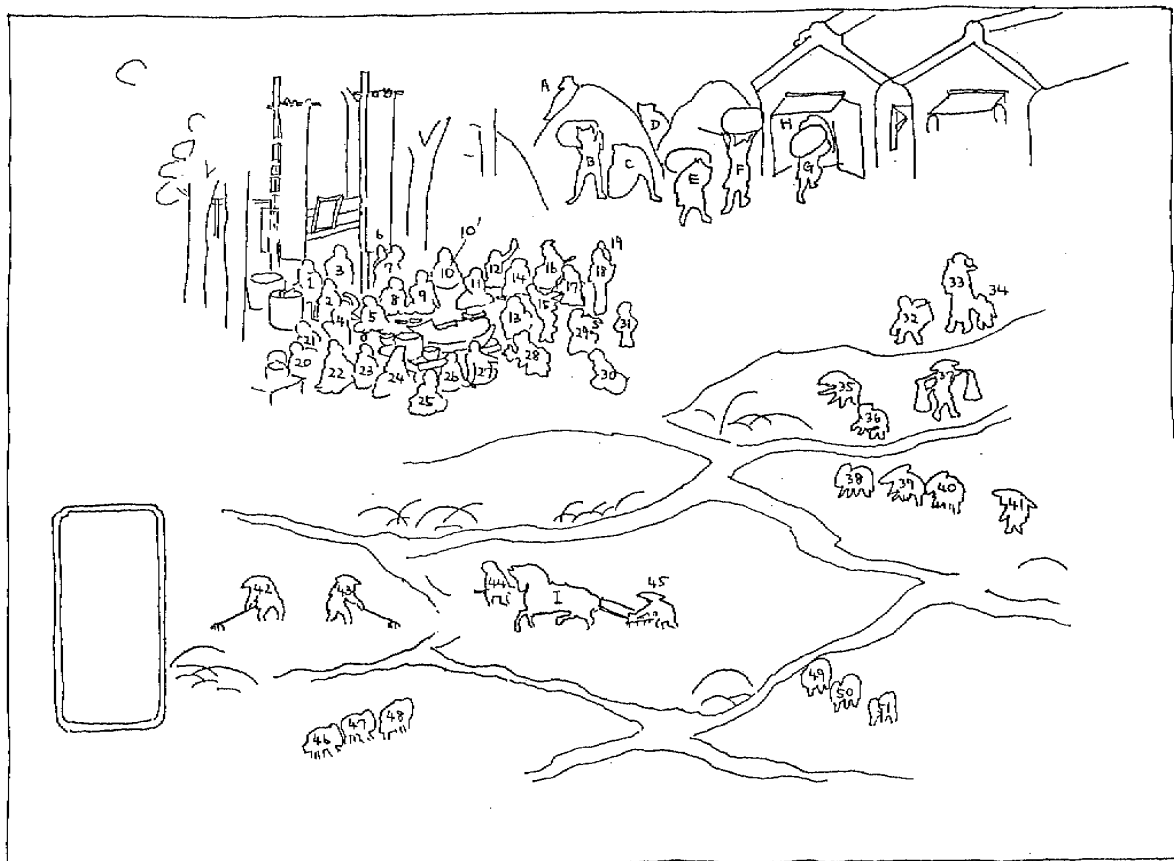


図-1 絵馬の概略図

は当初のもののように、制作されて後に額縁を取り替えたり、取り付け直したりしたことはないようである。また額縁には、墨書や彩色などはみられない。

2.2 絵の内容

画面は大きくほぼ上と下に分けることができる(写真-1)。下の画面は春から夏にかけての、田植を中心とした情景で、田を馬で耕したり、苗を運んだり、植えたりしている農夫などが描かれている。上の画面左側には秋の収穫を祝い、社の前で大きな魚ののった卓を中心に酒を酌み交わしたり、踊ったりしている人々が描かれ、その右上には積み上げられた米俵を米倉に運び込む狐が描かれている。狐が描かれていることからわかるように、この絵馬は昔、稻荷神社(東京、王子稻荷)に奉納されたものであり、いわゆる四季農耕図絵馬の一群に分類される⁹⁾。

画面中には人間52人、狐8匹、馬1匹と数多くの姿が描かれているが、何れも細かく丁寧な描写である。特に左上の祭りの場面など、1人1人の仕草や表情が生き生きと描かれ、見て飽きることがない。

保存状態は概ね良いが、部分的に絵の具が剝落したり、汚れたりしている。特に左下の赤枠の中の白色顔料が剝落して、絵馬の制作時期や由来が不明になっている。

3. 調査の方法

エミシオグラフィはX線を照射したときに顔料から放出される二次電子を利用して、絵具の画像を撮影する方法である(図-2)⁹⁾。重元素を含んだ顔料(丹や朱など)ほど黒く撮影されるので、得られた画像(エミシオグラム)から、使用されている顔料を推測することができる。X線透視撮影でも顔料の推定は原理的に可能であるが¹⁰⁾、実際にはこの絵馬の場合のように、下地が厚いときにはうまくいかない(写真-3)。その点、エミシオグラフィは絵画の表側からフィルムを当てるので、下地の状態に左右されず、壁画のように裏側に回れない場合でも撮影可能であるという点が大きな長所である。

エミシオグラフィは、通常のX線透視撮影に用いるX線よりエネルギーの高い200~250 kVのX線を利用する。ここでは下記の条件で撮影した。

撮影条件

電圧	: 250 kV
電流	: 5 mA
距離	: 0.7 m
時間	: 3分
X線フィルター	: 錫板(厚さ3 mm)
フィルム	: 富士 PB-100

現像条件

現像	: レンドール(20°C) 5分
定着	: フジフィックス(16°C) 12分
水洗	: 30分

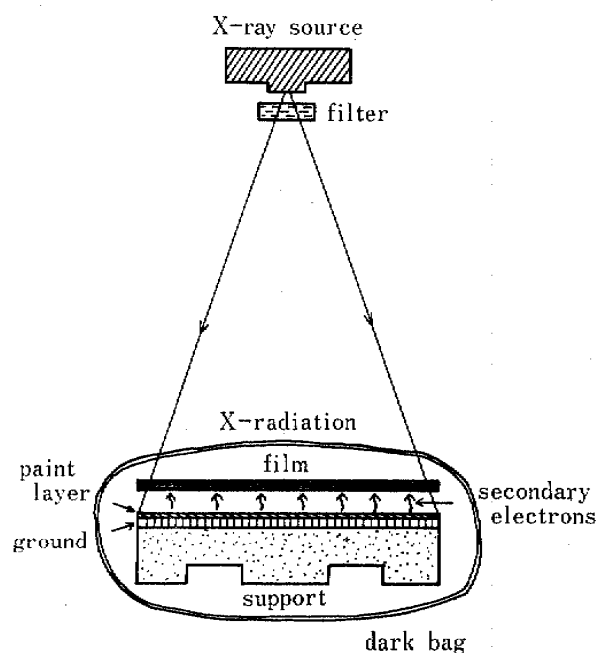


図-2 エミシオグラフィの概念図

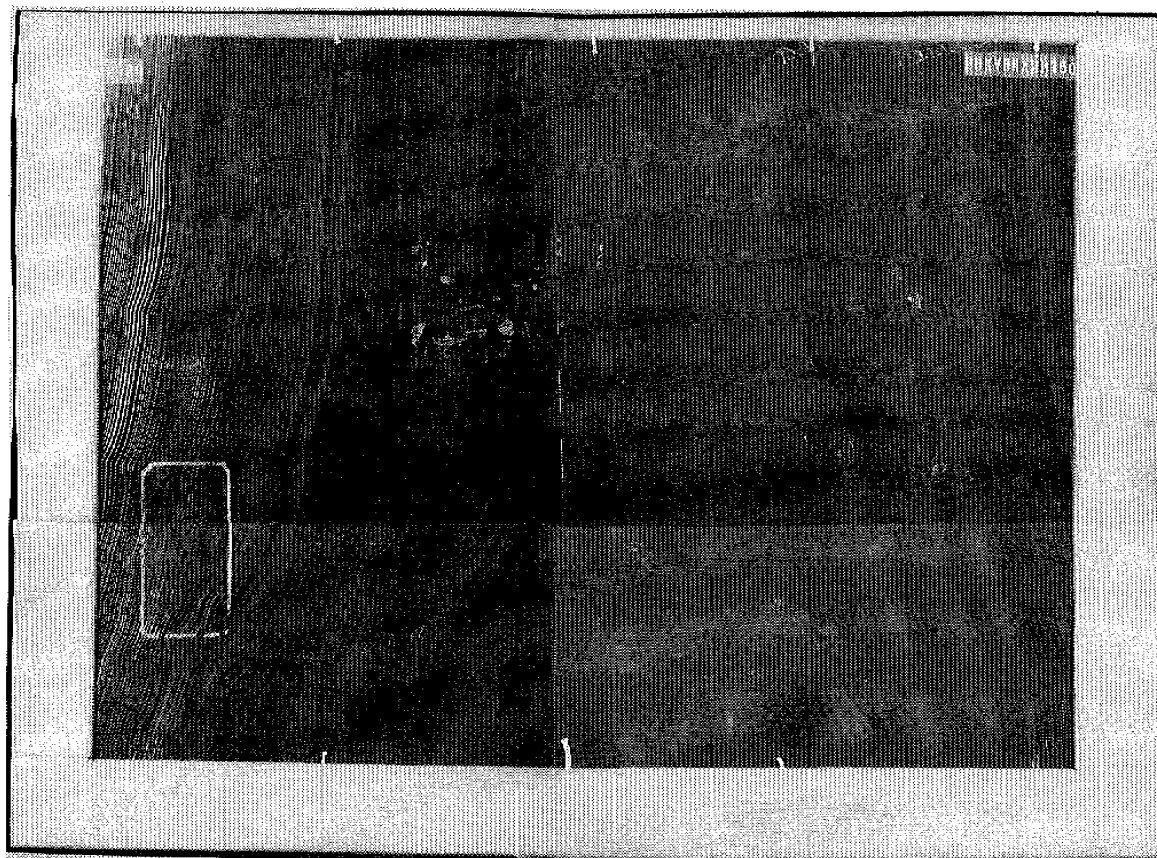


写真-3 絵馬 (X線透視写真)

撮影条件：25 kV, 5 mA, 1.5 m, 2分, 富士医療用RX フィルム

エミシオグラフィと合わせて通常のいわゆる光学的方法による調査（赤外線撮影・紫外線蛍光撮影・実体顕微鏡観察など）を行い，結果を総合的に検討して，X線分析（蛍光X線・X線回折）する箇所を定めた。調査はX線分析を国立歴史民俗博物館で行い，その他の光学的調査は東京国立文化財研究所で行った。以下の報告で，人物の番号は図-1の番号に対応する。

4. 調査結果

4.1 光学的調査

① 人物の輪郭線について

極めて特徴的なことは，人物の輪郭の墨線がエミシオグラムに黒く現れている点である（写真-4）。墨は炭素と少しの膠を含み軽元素だけからなるから，エミシオグラムには本来写らないはずである。墨に重元素を含む顔料を混ぜて描いていることが予想された。

② 白色顔料について

画面右上の米倉の白壁や魚の左側にある白色の六角の器に用いられている白色顔料の他，祭りの輪の中の湯呑や杯，青地の着物の上の白い模様（No. 21, 28, 31など）に用いている青みがかかった白色がある。白壁などがエミシオグラムに写っていないのに対して，この青みの白はエミシオグラムでは真っ黒に写り，これらの白は互いに異なる顔料で，おそらく胡粉と鉛白であろうと判断された。

③ 青色顔料について

伝統的な日本画では青色顔料として通常，岩群青〔塩基性炭酸銅， $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 〕

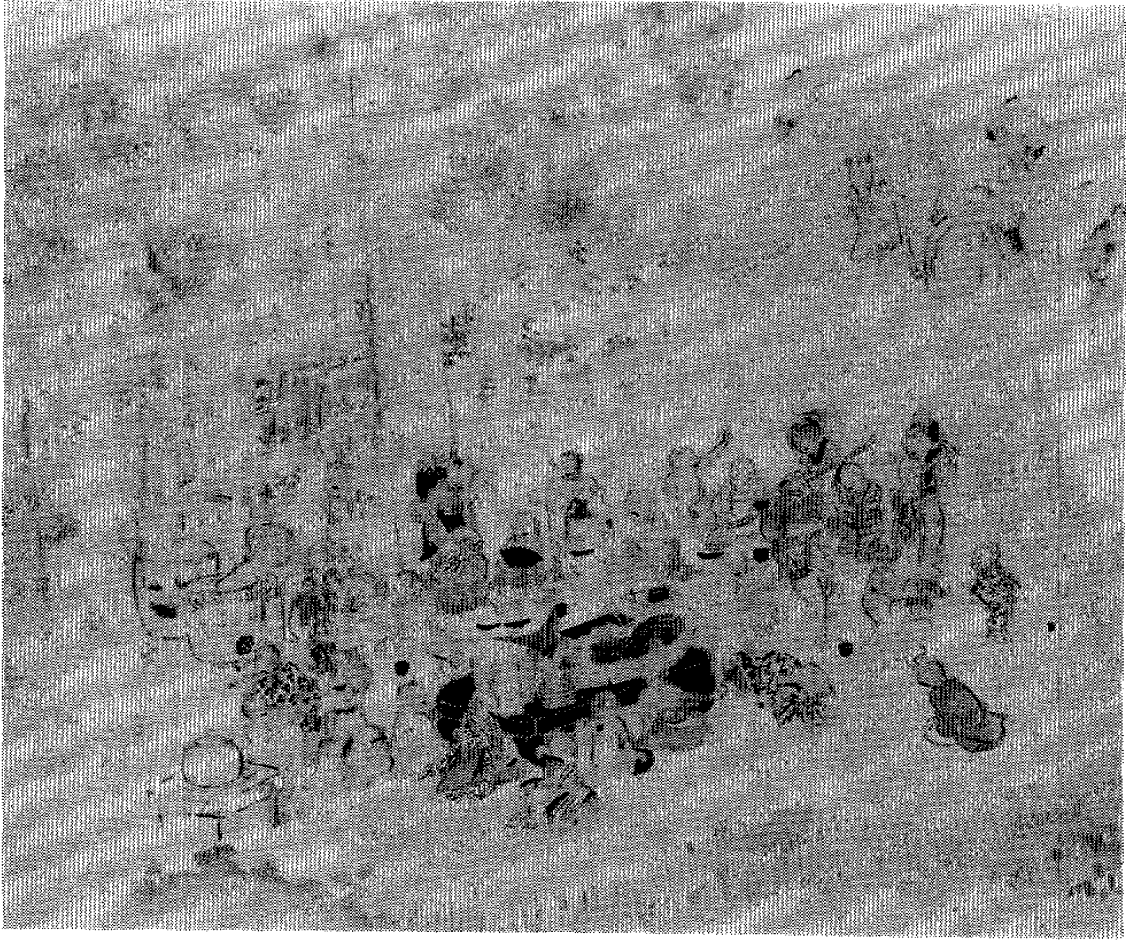


写真-4 絵馬 (エミシオグラム, 部分)



写真-5 絵馬 (赤外線フィルム写真, 部分)



写真一6 絵馬 (赤外線リフレクトグラム, 部分)

とは異なった顔料であると考えられた。

が用いられる。この顔料は、岩緑青〔塩基性炭酸銅, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 〕と成分は同じで結晶構造が違うだけである。このためエミシオグラムではどちらも同程度の黒さ(灰色)に見える。しかしこの絵馬のエミシオグラム(写真一4)を見ると、青の部分(例えば卓の右手で酌をしている女〔No. 28〕や、その右手に立っている子供〔No. 31〕の着物)は、緑の部分(背を向けて座っている男〔No. 30〕の着物)に比べてずっと明るく写っている。この青色顔料は銅よりもっと軽い元素を含む顔料であると考えられた。また、赤外線写真でも No. 28, 31 の青は明るく写り、岩群青

4.2 X線分析

光学的調査の結果を基にX線分析は行われた。X線分析の内容と条件は次の通りである。

蛍光X線分析

40 kV, 20 mA, Cr ターゲット, LiF 検出器, 空気通路, Al マスク 10 mmφ

X線回折分析

20 kV, 10 mA, Cr ターゲット, Al マスク 2 mmφ

分析器の感度に比べて顔料の量が少なく、分析は困難であった。特に輪郭の墨線に含まれる顔料は目でみても分からない程度の量で、僅かに鉛が検出できる程度であった。改めて実体顕微鏡でみると、墨線に重なるように白い線の見えるところがあり、鉛を含む白色顔料の線あたりをつけた上から墨線を引いたか、墨線に厚みを出すために少量の白色顔料を混ぜて描いたのであろうと推定した。

そこで白色顔料を分析したところ、卓上の六角の器の白から胡粉〔calcite (方解石), CaCO_3 〕、青みの白から鉛白〔hydrocerussite (水白鉛鉱), $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ 〕が検出された。鉛白は鉛を含むのでエミシオグラムでは黒く見え、胡粉は炭酸カルシウムであるからエミシオグラムに写らない。白色顔料は胡粉と鉛白だろうという、エミシオグラムからの推定どおりであった。

No. 28 の女の青衣着物からはウルトラマリン〔lazurite, $(\text{Na}, \text{Ca})_8 \cdot (\text{AlSiO}_4)_6 \cdot (\text{S}, \text{SO}_4, \text{Cl})_2$ 〕が検出された。ウルトラマリンはナトリウムやカルシウム・アルミニウムなどの軽元素しか含まないので、エミシオグラムには写らない。またウルトラマリンは岩群青に比べ、近赤外線をよく透過させるので、赤外線写真や赤外線リフレクトグラムでは明るく見える⁹⁾(注1)。但し赤外線写真の濃淡は絵の具の厚みにも左右されるので、光学的方法によってウルトラマリンと岩群青の判別を行う時には、エミシオグラフィを行った方が正確な判断が下せる。

この絵馬にはウルトラマリンの外に青色顔料としてもう一種類、藍色の顔料が米倉の屋根や神社の旗に用いられている。この藍色の顔料からはX線分析によって何も検出されず、実体顕微鏡観察でも顔料の粒子らしいものを見つけないことができなかった。おそらく有機の顔料(藍?)を用いているのではないだろうか。

この外、緑色顔料についてX線分析したところ、X線回折で岩緑青〔malachite (孔雀石)〕に相当するピークがみられず、蛍光X線分析では銅と砒素がほぼ同じピーク強度比で検出され

た。岩緑青以外の、銅を含む緑色顔料をこの絵馬には用いている可能性がある。銅と砒素の組合せで考えると、エメラルド緑 $[\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2]$ やシェーレ緑 $[\text{CuHAsO}_4]$ が考えられるが、どちらも極めて特殊な顔料であるので、にわかには断言し難い。今後の検討課題である(注2)。

X線分析で検出された顔料は、表1の通りであった。

表-1 X線分析によって確認された顔料

① 白色顔料	胡粉, 鉛白
② 赤色顔料	朱
③ 青色顔料	ウルトラマリン, 有機系と思われる顔料(藍?)
④ 緑色顔料	銅を含む顔料
⑤ 輪郭線の墨	墨+鉛を含む顔料(鉛白?)

5. ま と め

江戸末から明治時代に制作されたと考えられる絵馬をエミシオグラフィを中心とした光学的方法で調べ、そこに用いられている顔料を推定し、X線分析で検証した。その結果によれば、エミシオグラフィを含む光学的方法で、使用されている顔料の種類をある程度推定できることが確認された。X線分析などの化学分析が許されない場合には、エミシオグラフィは有効な手段であるといえる。

謝 辞

X線分析を行う際に多大のご協力を頂いた国立歴史民俗博物館の永島正春先生、赤外線・紫外線蛍光撮影などをお願いした東京国立文化財研究所の野久保昌良氏、絵馬に関する資料をいただき制作時期についてご教授いただいた国立歴史民俗博物館の岩井宏實先生、また絵馬のX線回折分析に関してご助言頂いた東京国立文化財研究所の門倉武夫氏に感謝申し上げます。

注

- 1) このことについて学習院大学の秋山光和先生から貴重な示唆を頂いた。感謝申し上げます。
- 2) この絵馬については興味深い問題が多い。制作技法は伝統的な日本画の手法でありながら、顔料としてウルトラマリンや鉛白(シルバーホワイト)などの油彩画の顔料を用いている。ウルトラマリンがフランスで人工的に合成されたのが1826年ないし1828年で、もしこの作品が江戸末期から明治初期に制作されたものとすれば、人造ウルトラマリンがヨーロッパで発明されてわずか半世紀程度の間日本に伝来して、欧米の絵画や材料に直接接触する機会の少なかつたであろう、絵馬絵師のような画家達にまで自由に使いこなされていたことになる。このように迅速な絵画材料の伝播は、明治期の日本絵画を考察する上で大変興味ある問題ではないかと思う。

参 考 文 献

- 1) 三浦定俊：エミシオグラフィの黒田清輝画油絵調査への応用，古文化財の科学，30，21—27(1985)
- 2) 三浦定俊：鶴林寺太子堂調査におけるエミシオグラフィの利用，第8回古文化財科学研究会大会講演要旨集，13(1986)
- 3) 大久根茂：四季農耕図絵馬の証相，「絵馬にみる日本常民生活史の研究」(昭和58年度文部省科学研究費研究成果報告書，研究代表者 岩井宏實)，7—22(1984)
- 4) C.F. Bridgeman, S. Keck, H.F. Sherwood: "The Radiography of Panel Paintings by Electron Emission", Studies in Conservation, 3, 175—182 (1985)
- 5) 東京国立文化財研究所光学研究班：「光学的方法による古美術の研究」，吉川弘文館(1955，増補版1984)
- 6) Joyce Plesters: "Ultramarine Blue, Natural and Artificial", Studies in Conservation, 11, 62—91 (1966)

Emissiography of a Votive Tablet

Sadatoshi MIURA and Nobuyuki KAMBA

Radiography by secondary electron emission ("emissiography") was used for the study of a votive tablet of the late nineteenth century. Pigments used on the tablet were guessed from the emissigram and reflectogram. The assumption was examined by X-ray fluorescence and X-ray diffraction analyses. Following pigments were detected by X-ray analyses:

1. white: oyster shell white, silver white
2. red: vermilion
3. blue: ultramarine, an organic pigment (indigo?)
4. green: pigment consisting of copper (not malachite)
5. black: *sumi* (Chinese ink)
with a pigment consisting of lead (silver white)

It is concluded that emissiography is a very useful method in guessing the pigments used on an object when a chemical analysis is not allowed, if we know that kinds of pigments are not so diversified.