

令和元年度
染織品理化学調査

下山 進^{*1} 下山 裕子^{*2} 佐々木 益^{*3}

1. 調査資料

- 1) 資料No.828 木綿白地桜流水両面紅型単衣裳
- 2) 資料No.464 紹織染分地鶴と松梅菊両面紅型胴衣
- 3) 資料No.471 木綿白地松竹梅菊に稲妻両面紅型裂地
- 4) 資料No.470 木綿白地鶴菊松皮菱流水単子供衣裳

2. 調査方法

調査資料の色材分析はすべて非破壊で行なった。まず分析を行なう前に、資料全体を目視で観察して、色が比較的綺麗に残っており、その面積がなるべく広い部分を測定点と決めた。そして、測定点とした部分に使用されている色材を 1) 赤外線写真撮影と 2) 顕微写真撮影によって観察し、3) 可視・近赤外反射スペクトル分析 (Rf)、4) 三次元蛍光スペクトル分析 (3DF)、そして 5) 蛍光 X 線分析 (XRF) によって分析し判定した。

1) 赤外線写真撮影

調査資料の赤外線写真を撮影し、赤外線に対する色材の反射・吸収を観察した。赤外線写真には、色材が赤外線を反射すれば明度が高く白化して写り、吸収すれば明度が低く黒化して写る。例えば、紅型に青のベロ藍や墨が使用されている部分は黒く、こられの色材が少量使われていれば灰化して写る。この赤外線写真に写った明暗から、これらの色材の分布を把握した。

赤外線写真撮影には、カメラ PENTAX 645D IR (有効画素数約 4000 万画素) の本体にレンズ smcPENTAX-FA645 75mm F2.8 を取り付け、光源にはストロボ Canon SPEEDLITE 420EX を使用し、レンズとストロボ発光面の前面に赤外線フィルター (フジフィルム製シャープカットフィルター IR-86) を取り付けて撮影した。

2) 顕微写真撮影

繊維の着色状態を観察するため測定点の顕微写真を撮影した。染料であれば、その色材は繊維内部まで浸透し、顔料であれば、その色材は繊維表面を覆うように付着して観察される。

顕微写真の撮影には、レンズ焦点距離 4.5~18.0mm、F 値 2.0(W)–F4.9(T)、マイクロスタンディングが付帯したカメラ PENTAX WG-3 (有効画素数約 1600 万画素) を使用し、撮影モードを顕微鏡に設定、画像モニター中心に Rf 測定を行った測定点を配置し倍率×1.2 で撮影した。

*1 デンマテリアル株式会社 色材科学研究所 吉備国際大学名誉教授 博士 (理工学)

*2 デンマテリアル株式会社 色材科学研究所 代表取締役

*3 株式会社 文化財修理 半田九清堂 保存科学分析室 博士 (文化財)

3) 可視・近赤外反射スペクトル分析 (Rf)

可視～近赤外線 (380～1000nm) 領域における色材の反射スペクトル (分光反射率) を測定した。いくつかの色材は固有の反射スペクトル (色材の反射特性によって特徴的なスペクトル形状) を示す。この反射特性から青の藍 (染料) とベロ藍 (顔料) が識別でき、赤色の臙脂 (染料) や朱 (顔料)、墨などが判別できる。ここでは反射スペクトルの近赤外域の反射率と前述の赤外線写真に写った色材の明暗をクロスチェックしながら分析を進めた。赤外線を吸収する色材は、反射スペクトルの近赤外域の反射率が 10%以下となり、赤外線写真では黒化して写し出される。

波長域 380～1000nm の反射スペクトルは、Ocean Optics 社 (USA) のタングステン・ハロゲン光源 LS-1、二分岐型光ファイバーR400-7-VIS-NIR (照射光面積 2 mm φ)、小型マルチチャンネル分光器 USB4000 を使用して測定した。

4) 三次元蛍光スペクトル分析 (3DF)

天然染料の多くは、固有の波長の光を吸収し、そのとき固有の波長をもつ蛍光が発生する。このときの吸収波長を励起波長 E_x 、発生波長を蛍光波長 E_m という。この固有の蛍光特性から天然染料を同定した。この 3DF では、測定点に波長の異なる光を順次照射して三次元蛍光スペクトルを測定し、その等高線図を描き、そこに現れる等高線のパターンとピークの位置 (蛍光強度が最大となる波長: 最大励起波長 E_x と最大蛍光波長 E_m) を求め、染料既知の標準試料が示す等高線のパターンとピークの位置と等高線を照合し、その異同から染料を判定する。

この 3DF 測定には、光ファイバー (照射光面積 3 mm φ) を取り付けた日立分光蛍光光度計 F-2500 を使用した。測定条件は、励起開始波長 250nm、励起終了波長 500 nm あるいは 600nm、蛍光波長測定領域 300～800 nm、励起側スリット 10 nm あるいは 20 nm、蛍光側スリット 10 nm あるいは 20 nm、計測する励起側波長間隔 5.0 nm/蛍光側波長間隔 5.0nm、スキャンスピード 1500nm/min、ホトマル電圧 700V、レスポンス自動とした。

5) 蛍光 X 線分析 (XRF)

XRF 測定では、顔料の主成分元素を分析し顔料の種類を同定する。例えば、紅型に使用される顔料の主成分元素は、青のベロ藍が鉄 (Fe)、赤の朱が水銀 (Hg)、黄の石黄がヒ素 (As)、白の鉛白が鉛 (Pb) であり、それぞれ固有の主成分元素をもっており、ベロ藍と石黄から成る緑であれば鉄とヒ素が検出され、朱と石黄からなる橙色であれば水銀とヒ素が検出される。なお、墨は炭素が主成分であり、これは XRF 測定では確認できない。しかし、墨は、前記した赤外線写真で黒化し、Rf スペクトルで可視光から近赤外線領域まで明度の低い反射率 10 %以下の平坦なスペクトルが一直線に現れることから特定できる。

この XRF 測定では、放射性同位元素のアメリカシウム 241 (^{241}Am 、密封環状線源、1.85MBq) を線源とし、この線源から放出される X線を測定点とした色材に当てて (照射して)、そこから放出する蛍光 X線を Amptek 社の Si-PIN 検出器 XR-100 と波高分析器 PMCA-8000A で計測し解析した。

以下、各資料に使用されている色材の分析結果を示す。

木綿白地桜流水両面紅型単衣裳

(資料No. 828)



本衣裳の測定点と測定部の顕微写真を図1(1)(2)に示し、可視光カラー写真と対比させた赤外線写真を図2に示す。



図1 測定点(1) 顕微写真中央部: Rf測定点 ◎: XRF測定点 ○: 3DF測定点



図 1 測定点 (2) 顕微写真中央部 : Rf 測定点 ◎ : XRF 測定点 ○ : 3DF 測定点



図 2 可視光カラー写真 (左) と赤外線写真 (右)

・青、緑、紫、黒の色材

可視光カラー写真と対比させた赤外線写真(図2)をみると、青、緑、そして紫の桜の花弁隈取り部分が、すべて黒化して写されている(赤外線を吸収して黒化する)。これらの黒化した部分には、ベロ藍あるいは墨が使用されていると推定できる。

図1(1)(2)に示した顕微写真の中央部がRfスペクトルの測定点となる。赤外線写真で黒化した図1(1)の測定点、桜の葉の緑(Rf04)、桜の葉の青(Rf05)、岩肌の隈取り(Rf07)、桜の小葉(Rf09)そして紫の桜の花弁隈取り(Rf21)から得られたRfスペクトルを図3(a)~(e)に示す。この緑(a)および青(b)のスペクトルには、ベロ藍に由来する波長450~550nm領域に僅かなスペクトルピークが現れており、岩肌の隈取り(c)、桜の小葉(d)そして紫の桜の花弁隈取り(e)では、墨に由来する可視~近赤外全域で明度の低い平坦なスペクトルが得られている。

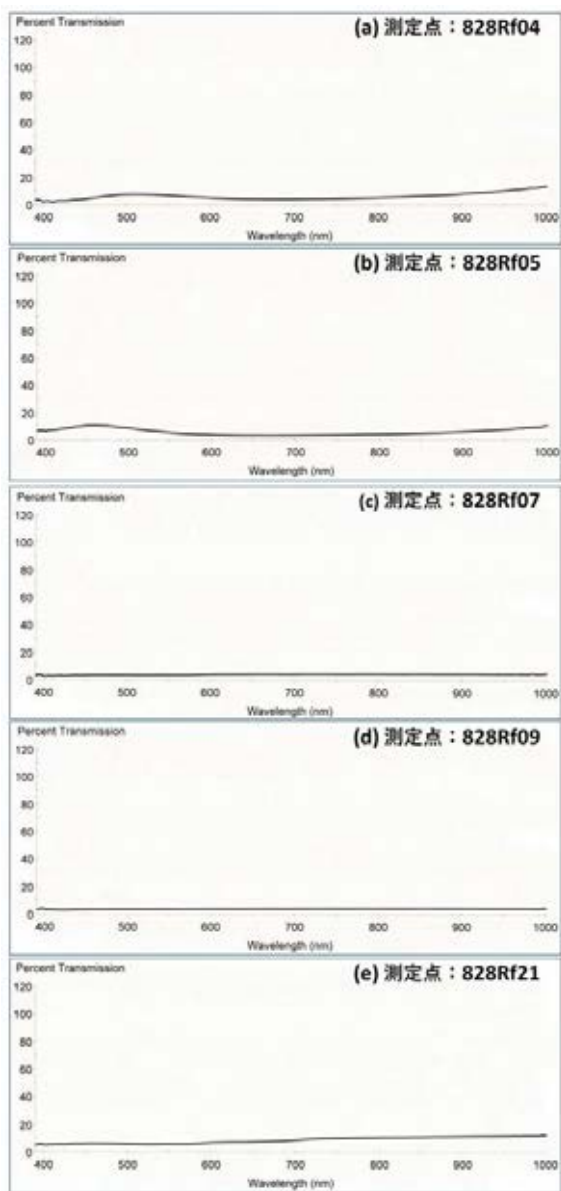


図3 赤外線写真で黒化した部分のRfスペクトル

流水の青(XRF02)、岩肌の緑(XRF09)、そして紫の桜の花弁隈取り(XRF07)から得られたXRFスペクトルを図4(1)~(3)に示す。この流水の青(1)からは鉄(Fe)と鉛(Pb)が検出され、岩肌の緑(2)からは鉄とヒ素(As)と鉛が検出された。そして、紫の桜の花弁隈取り(3)からは鉛のみが検出された。

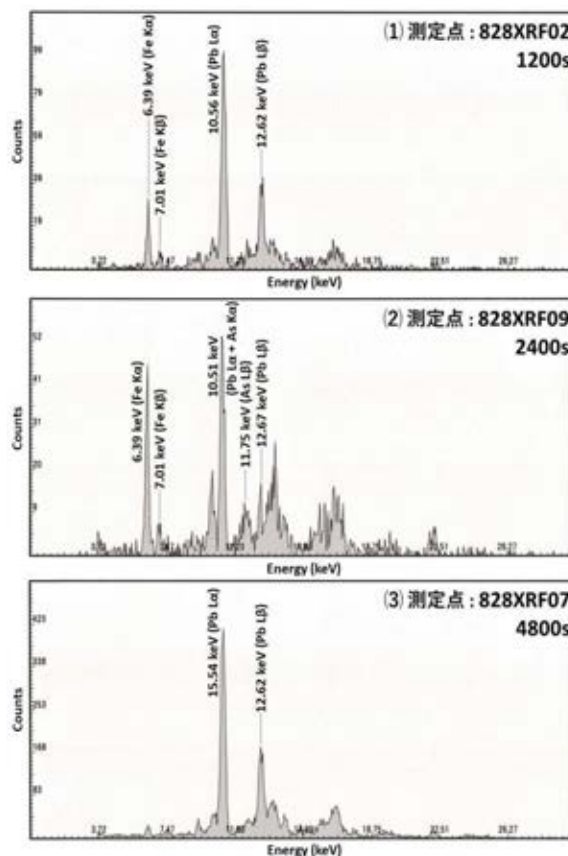


図4 赤外線写真で黒化した部分のXRFスペクトル

次に、この隈取りされた紫の桜の花弁中央部 (3DF07) から得られた 3DF スペクトルを図 5 に示す。花弁中央の薄い紫からは、臙脂に由来する等高線のパターンが得られた。また、上記のように紫の花弁隈取り部分の XRF スペクトル (図 4 (3)) から鉄 (ベロ藍) は検出されていない。そして、赤外線写真では、この紫の部分が僅かに灰色を呈している。したがって、この隈取りされた紫の桜の花弁は、白の鉛白と赤の臙脂と黒の墨によって暗い紫に発色させている。

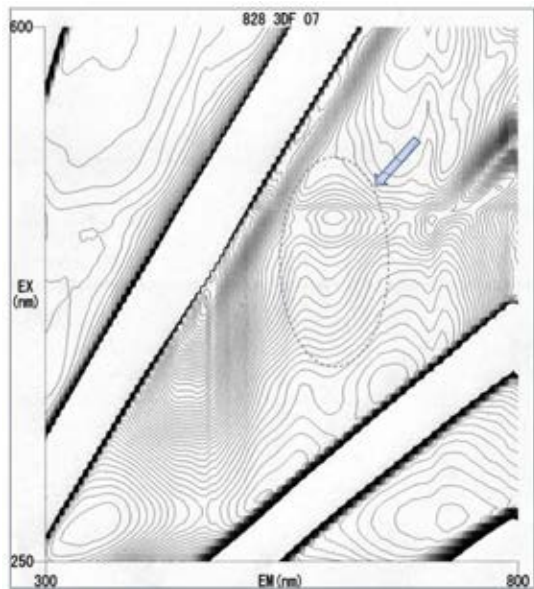


図 5 紫の花弁中央部から得られた 3DF スペクトル

これらのことから、岩肌の緑や桜の葉の緑には青のベロ藍と黄の石黄が、青の葉にはベロ藍のみが使われている。また、赤の臙脂に墨を加えて暗い紫に発色させた桜の花弁を描き、その隈取りを墨で暈している。そして、岩肌の隈取り、桜の小葉には墨が使われている。なお、これらの文様には、すべて白色の鉛白が混在している。

・赤、黄、赤茶の色材

赤外線写真 (図 1 右) では、桜の花弁の赤や黄は白化し (赤外線を反射し)、岩肌の赤茶は僅かに赤外線を吸収して灰色を呈している。この赤外線写真で灰色を呈している部分には、ベロ藍あるいは墨の混在が推測される。

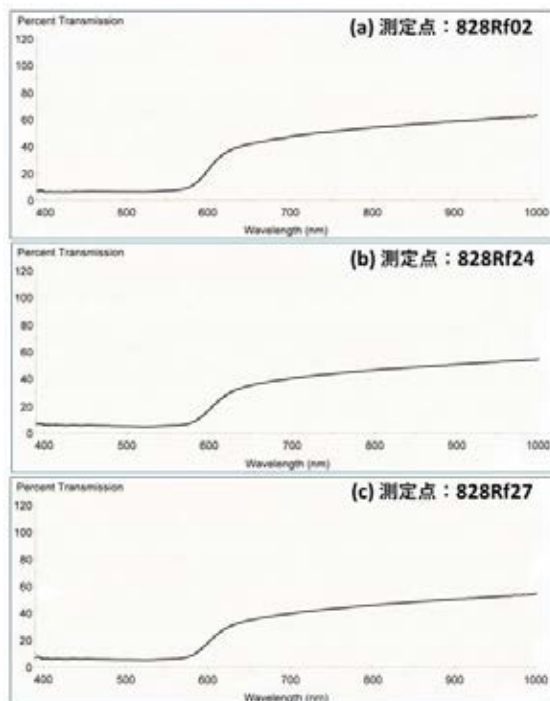


図 6 図 2 濃く鮮やかな赤から得られた Rf スペクトル

図 1 (2) の測定点、黄の桜の花弁の中心にある濃く鮮やかな赤い芯 (Rf02)、赤い桜の花弁 (Rf24)、そして桜文様が白抜きにされた赤色部分 (Rf27) から得られた Rf スペクトルを図 6 (a) ~ (c) に示す。これらの赤は、600 nm の波長からスペクトルが立ち上がり彩度の高い鮮やかな色彩をもつ朱の特性を示している。また、このなかで赤い桜の花弁 (XRF05) および桜文様が白抜きにされた赤色部分 (XRF11) から得られた XRF スペクトルを図 7 に示す。これらの高い彩度の赤からは水銀 (Hg) のみが検出され、朱のみの彩色であることがわかる。

岩肌の黄の部分 (XRF03) から得られた XRF スペクトルを図 8 に示す。黄からはヒ素のみが検出された。また、同様に赤く隈取りされた黄の大きな

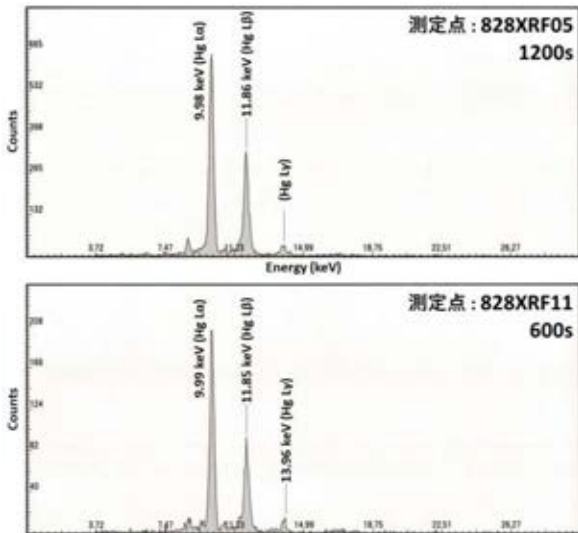


図 7 濃く鮮やかな赤から得られた XRF スペクトル

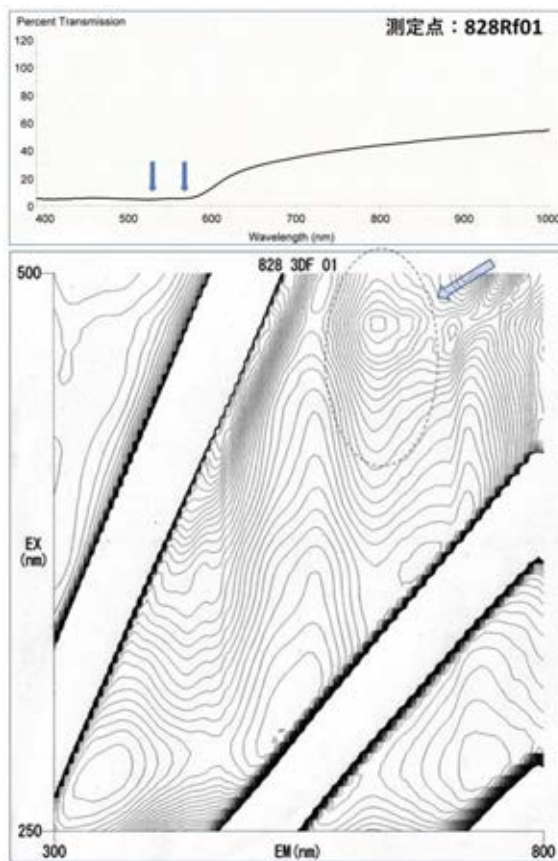


図 9 黄の大きな桜の花弁の赤い隈取りから得られた Rf と 3DF スペクトル

この黄の大きな花弁の赤い隈取りの部分から得られた Rf スペクトル (Rf01) と 3DF スペクトル (3DF01) を図 9 に示す。Rf スペクトルには、臙脂が示す波長 500~600 nm 領域に 2 つの吸収スペクトルが確認でき、また 3DF スペクトルには臙脂に由来する等高線のパターンが現れている。この黄の花弁の隈取りは臙脂で暈されている。

花弁の中央黄色部 (XRF04) からヒ素が検出されている。これらの黄は、すべて石黄で彩色されている。

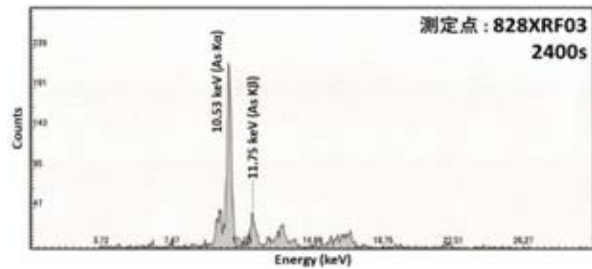


図 8 黄の部分から得られた XRF スペクトル

この黄の大きな花弁の赤い隈取りの部分から得られた Rf スペクトル (Rf13)、3DF スペクトル (3DF05)、そして XRF スペクトル (XRF08) を対比させて図 10 に示す。同色の赤茶から得られた Rf スペクトルには臙脂に由来して現れる波長 500~600 nm 領域の 2 つの吸収スペクトルが、また 3DF スペクトルには臙脂に由来する等高線のパターンが、そして XRF スペクトルには鉄、水銀、鉛のピークが検出された。XRF スペクトルに現れた水銀は近傍にある朱に由来するもので、この発色の主体は、鉛白と臙脂とベロ藍であり、白色の鉛白に赤色の臙脂を加え、さらに青のベロ藍を加えて赤茶に発色させている。

この衣裳には、小さな桜の花の文様が数多く集合した部分がある。この部分の図柄と、ここに描かれている花弁のそれぞれから得られた Rf スペクトルを図 11 に示す。ここには、臙脂で描かれた花弁(a)もあれば、また朱で描かれた花弁(b)もある。また、赤外線写真と対比すれば、複数の紫の花弁(c)は、臙脂に墨を加えて表現している

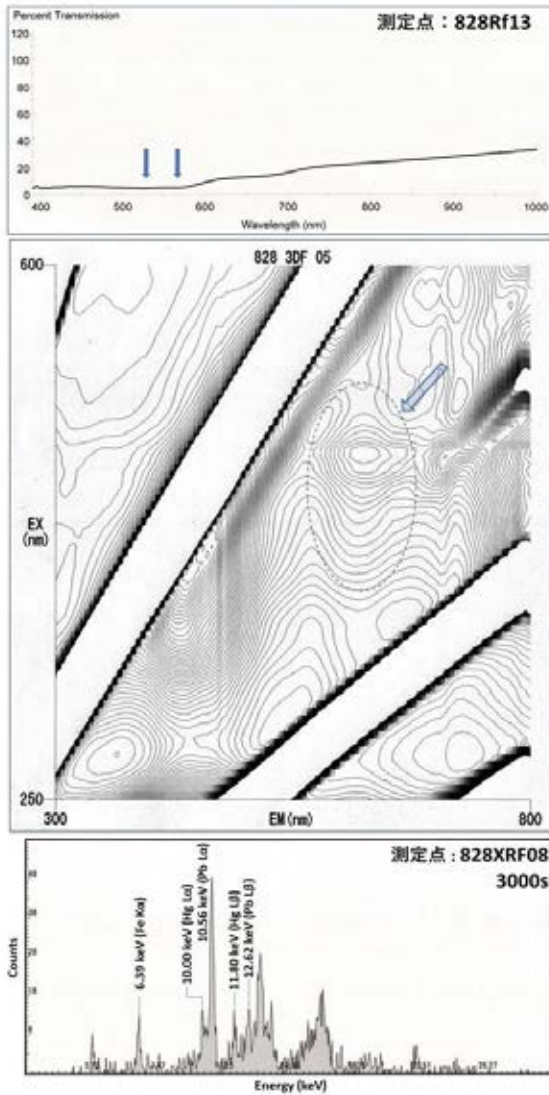


図 10 岩肌を彩色している赤茶から得られた Rf3DFXRF スペクトル

・色材の流出

無地の部分 (XRF01) から得られた XRF スペクトルを図 12 に示す。無地の部分から鉄、水銀、鉛が検出された。これらの元素は、ベロ藍や朱、そして鉛白で色挿しされた文様部分から流れ出した色材によるものと推定される。

と推定できる。なお、黄の花弁(d)中央の赤暈しは臙脂であろう。

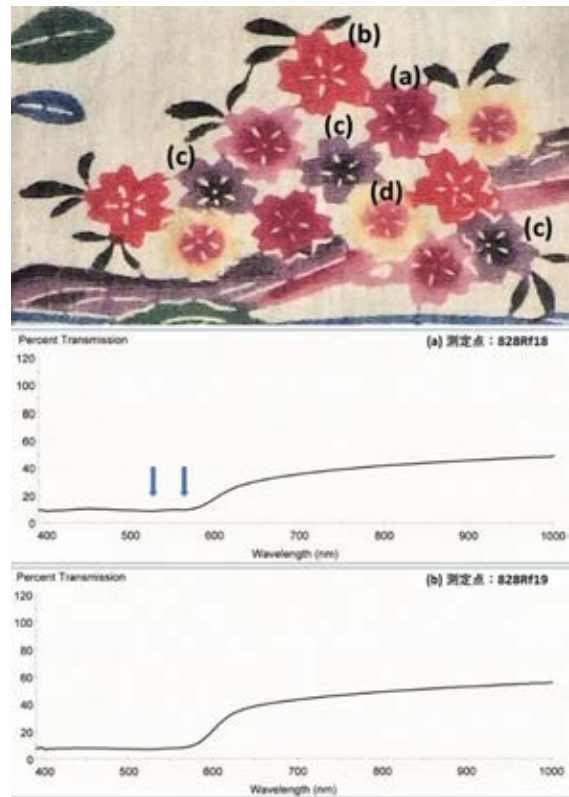


図 11 桜の文様が集合した部分の Rf スペクトル

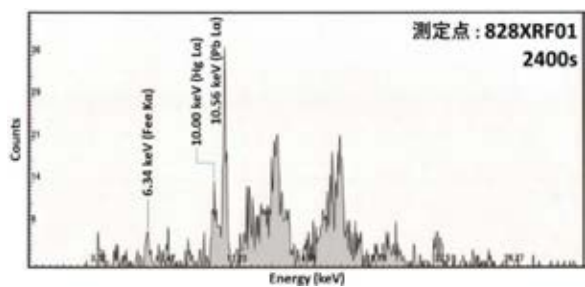


図 12 無地の部分から得られた XRF スペクトル

以上、本衣裳の色材には、青のベロ藍、黄の石黄、赤の朱および臙脂、黒の墨、そして白色の鉛白が使われている。また、桜文様の暈しには、黄の花弁に臙脂の隈取り、紫の花弁に墨の隈取りが施されている。なお、石黄と朱が使われている部分を除き、他の文様部分には有彩色の色材と共に白色の鉛白に由来する鉛が検出されている。

紹織染分地鶴と松梅菊両面紅型胴衣

(資料No. 465)



本胴衣の可視光カラー写真と対比させた赤外線写真を図1に示す。

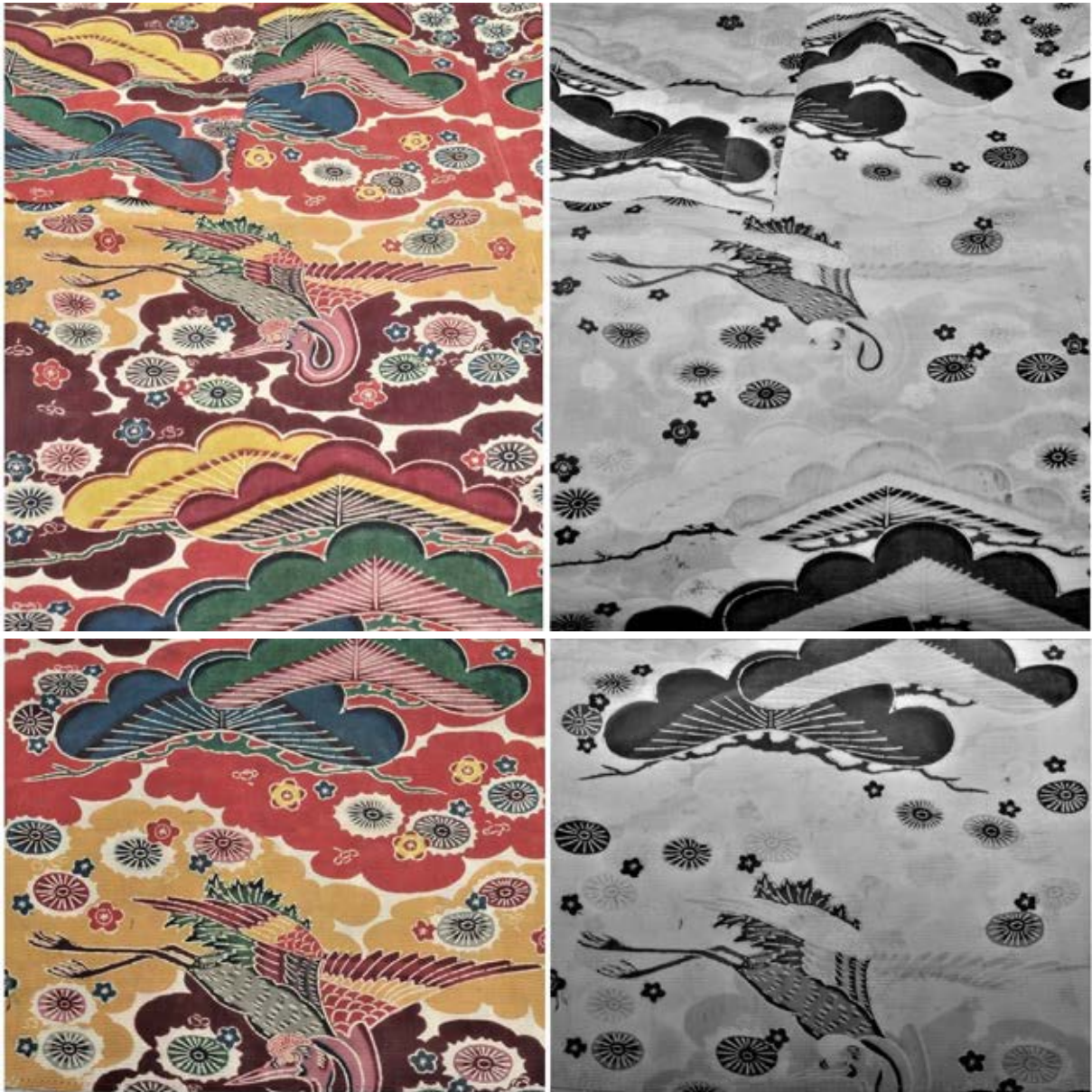


図1 可視光カラー写真(左)と赤外線写真(右)

次に、本胴衣の測定点を図2に示す。Rf スペクトルの測定点は顕微写真の中央部となる。



図2 測定点 顕微写真中央部：Rf測定点 ◎：XRF測定点 ○：3DF測定点

・赤外線写真で黒化した部分

赤外線写真では、青、緑の松と松毬、紫の部分が黒く、また赤紫の松、濃い赤茶の雲が灰色に写し出されている。このように黒化した部分にペロ藍あるいは墨が存在している。

・青と緑

赤外線写真で黒化した「青」の Rf 測定点、松毬の青(a)Rf10、松の青(b)Rf13、そして梅の青(c) Rf24 から得られたスペクトルを図3に示す。いずれにも波長 450~550 nm 領域にペロ藍に

由来する僅かなスペクトルピークが現れている。また、この松の青から得られた XRF (XRF04、XRF12) を図 4 に示す。この松の青から鉄と鉛が検出された。

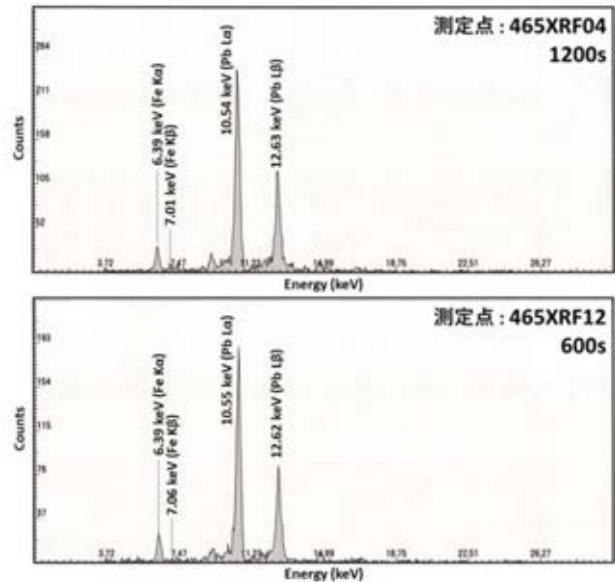
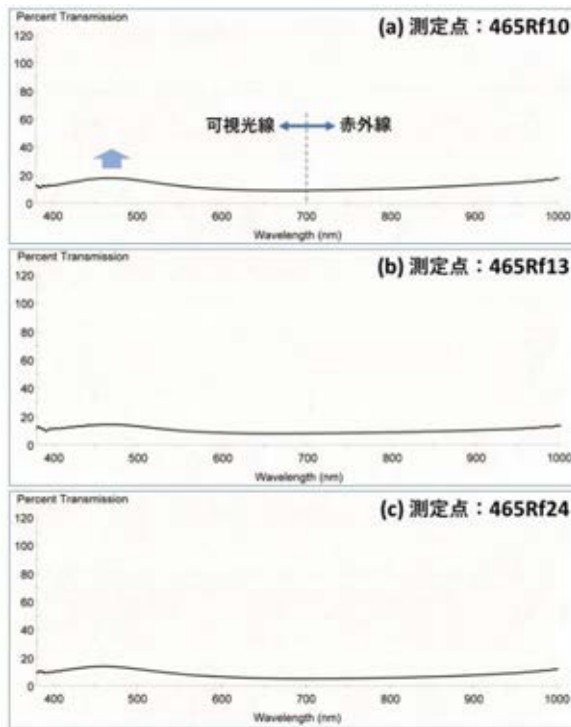


図 3 赤外線で黒化した青の Rf スペクトル 図 4 赤外線で黒化した青の XRF スペクトル

次に赤外線で黒化した「緑」の Rf 測定点、松の枝の緑(a)Rf11 と松の緑(b)Rf16 から得られたスペクトルを図 5 に示し、鶴の尾羽の緑と松の緑から得られた XRF (XRF03、XRF06) を図 6 に示す。Rf では波長 450~550 nm 領域にベロ藍に由来したスペクトルピークが確認され、XRF では鉄とヒ素と鉛が検出された。

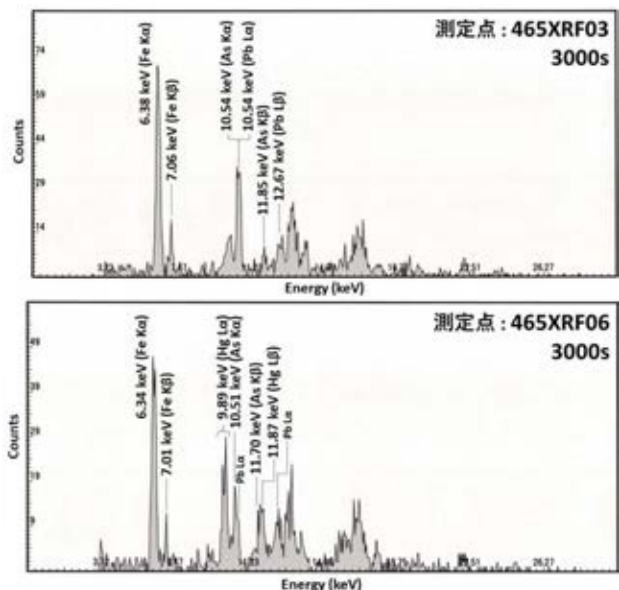
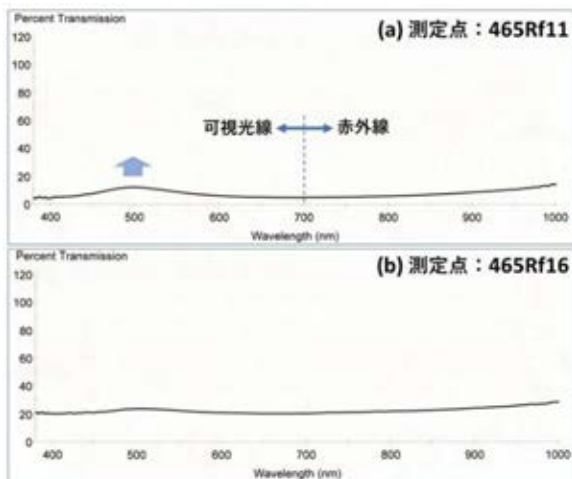


図 5 赤外線で黒化した緑の Rf スペクトル

図 6 緑から得られた XRF スペクトル

これらのことから、「青」の松、松毬、梅の花弁などは、白色の鉛白に青のペロ藍を加えて明るい青に発色させて彩色し、「緑」の松、松や枝、そして鶴の尾羽などは、白色の鉛白に青のペロ藍と黄色の石黄を加えて明るい緑に発色させ彩色している。

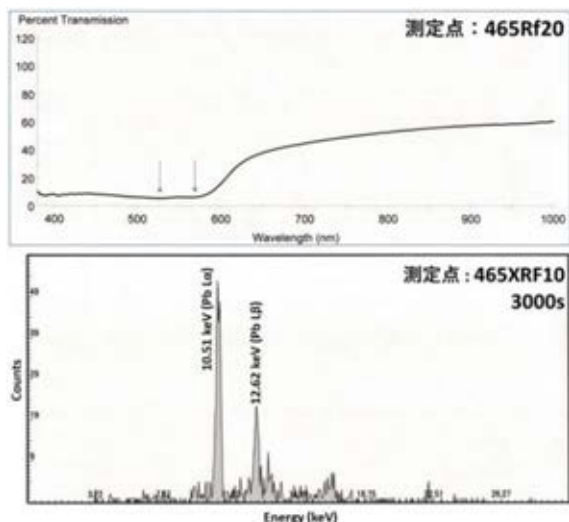


図 7 少し暗い赤紫部分から得られた Rf と XRF スペクトル

・少し暗い赤紫の松

次に、赤外線写真で灰色に写し出された、少し暗い赤紫の松から得られた Rf (Rf20) と XRF (XRF10) を図 7 に示す。Rf スペクトルでは脂肪酸に由来して現れる 500~600 nm 領域の 2 つの吸収スペクトルが確認され、また XRF スペクトルでは鉛が確認された。なお、ペロ藍に由来する鉄は検出されていない。このことから、この少し暗い赤紫は、白色の鉛白に脂肪酸を加え、それに少し墨を加えて発色させたもので、少し加えた墨によって赤外線写真では灰色に写し出された。

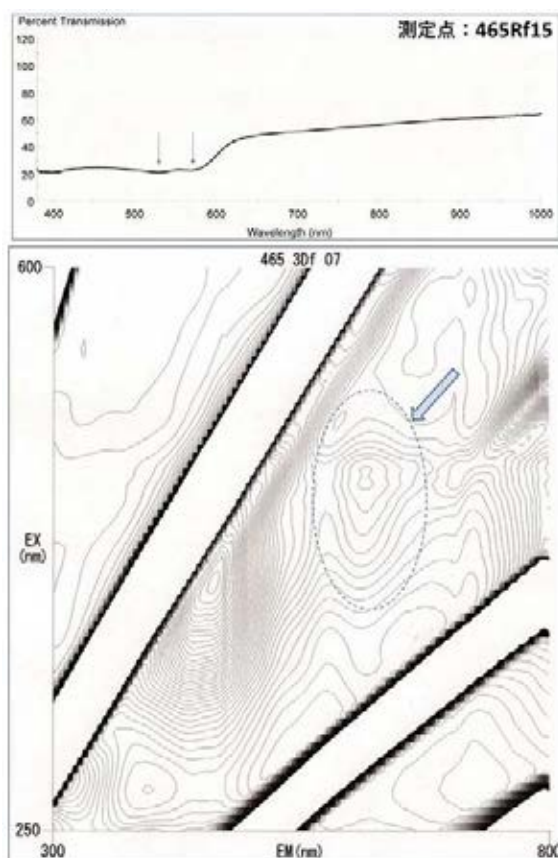


図 8 明るい紫から得られた Rf と 3DF スペクトル

これに対して、上記の暗い赤紫よりも明るく、赤外線写真では僅かに灰色を呈した紫の松葉の部分 (Rf15) や松毬 (Rf26)、また鶴の頸椎 (首) の部分 (Rf33) がある。このうち松の葉から得られた Rf (Rf15) と 3DF (3DF07) を図 8 に示す。Rf スペクトルには脂肪酸に由来する 500~600 nm 領域の 2 つの吸収スペクトルが現れており、3DF スペクトルには脂肪酸の等高線パターンが現れている。このことから、これらの明るい紫は、脂肪酸のみで彩色されている。

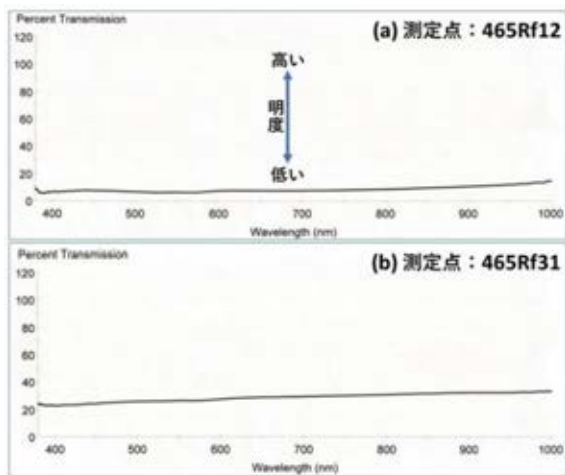


図 9 赤外線で灰色に写された部分の Rf スペクトル

・青の松の隈取り、鶴の脇腹の灰色

赤外線写真で黒化している青い松葉の隈取り部分(a)と赤外線写真で灰色に写し出されている鶴の脇腹(b)から得られた Rf (Rf12、Rf31) を図 9 に示す。いずれも、可視光領域から赤外線領域まで明度の低い平坦なスペクトルが一直線に現れている。このスペクトル形状は、無彩色の墨が示す特性であり、薄く使えば鶴の脇腹(b)のように明度が少し高くなり、濃く使えば青い松の隈取りのように明度の低い黒となる。この青い松の他、緑の松の隈取り、紫の松葉の隈取りにも墨が使われていると推定できる。

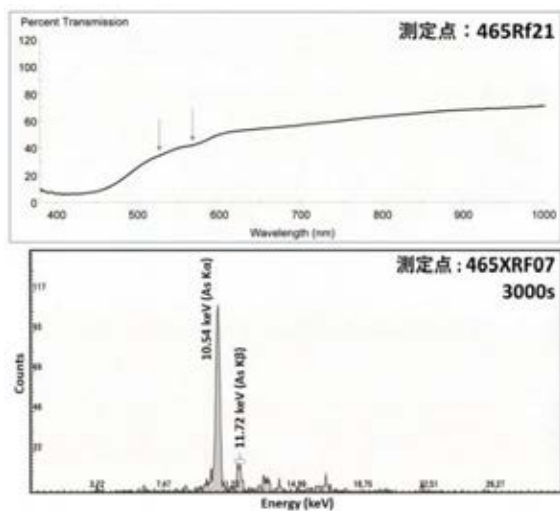


図 10 黄の松から得られた Rf、XRF スペクトル

・少し赤味の黄の松

松の文様には、青、緑、少し暗い赤紫、そして少し赤味のある黄の 4 つの色彩がある。このうち、青、緑、少し暗い赤紫の色材については、上記の通りであるが、ここでは少し赤味のある黄の松から得られた Rf (Rf21) と XRF (XRF07) を図 10 に示す。Rf21 から得られたスペクトルは、黄色の色材が示す反射スペクトル（青の色覚 500 nm～600 nm から赤の色覚 600～700）を示しているが、500～600 nm 領域に脂肪酸由来する 2 つの吸収スペクトルが現れている。さらに、XRF スペクトルではヒ素が検出されている。このことから、この赤味のある黄の松は、黄色の石黄に赤味を持たせるため脂肪酸を加えて彩色している。なお、この黄の松に施されている赤紫の量は脂肪酸と推定できる。また、赤紫の量しがある黄の梅もこれと同様と思われる。

・色彩の異なる 3 つの雲の文様

雲の文様には、濃い赤茶、赤、赤味があった黄の 3 つの色彩がある。

先ず、濃い赤茶の雲から得られた Rf (Rf18) と XRF ((a) XRF08)、そして無彩色の白地から得られた XRF ((b) XRF09) を図 11 に示す。Rf スペクトルには脂肪酸由来する 2 つの吸収スペクトルが 500～600 nm 領域に現れおり、さらに 2 段階のスペクトルが 600nm と 700 nm に現れ、脂肪酸の他に赤色を呈する色材の存在が伺われる。また、3DF 測定点の 3DF05 からは、脂肪酸の等高線パターンが得られている。そして、無彩色の白地から得られた XRF(b) と対比させて濃い赤茶の雲から得られた XRF(a) を比較すると、いずれにも鉄と水銀と鉛が存在するが、これらのスペクトルの高さ（濃度）は、濃い赤茶の雲から得られた鉄と水銀のスペクトルピークの方

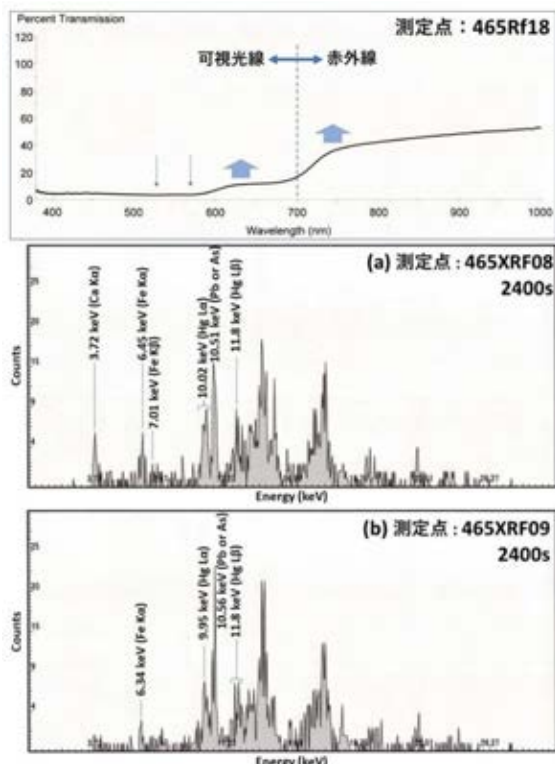


図 11 濃い赤茶から得られた Rf と XRF スペクトル(a)、無彩色の白地から得られた XRF スペクトル(b)

が高い。これからのことから、この濃い赤茶は、白色の鉛白に臙脂と朱とベロ藍が加えられて彩色されていると推定される。

次に、赤い雲から得られた Rf (Rf02) と XRF (XRF02) を図 12 に示す。Rf スペクトルには、朱の特徴的なスペクトル形状 (600 nm から立ち上がるスペクトル) が現れており、また XRF スペクトルから水銀が確認された。これらのことから、この雲の赤は朱のみ彩色されている。

そして、赤味があった黄の雲から得られた Rf (Rf01) と XRF (XRF01) を図 13 に示す。Rf スペクトルには朱の反射スペクトルにみられる 600 nm からの立ち上がりがあり、また XRF スペクトルからヒ素と水銀の存在が確認された。これらのことから、ここでは、黄色の石黄に赤の朱を加えて赤味のある黄色の雲に彩色している。

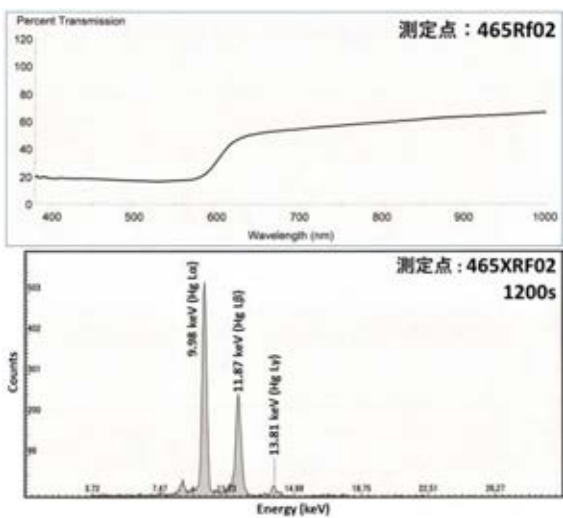


図 12 赤い雲から得られた Rf と XRF スペクトル

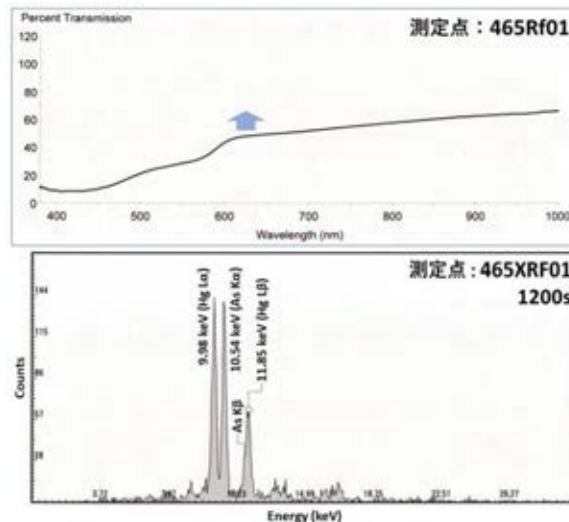


図 13 赤味のある黄の雲から得られた Rf と XRF スペクトル

・その他の赤の彩色

鶴の頭頂の赤 (Rf32) および肩羽の赤 (RF32) は、いずれも朱のみで彩色されている。また、明るい赤の小梅の花弁模様が点在しているが、いずれも朱のみと推定される。

以上の通り、本胴衣には、青のベロ藍、赤の朱、赤紫の臘脂、黄色の石黄、白色の鉛白、黒の墨が使われている。なお、この衣裳では、石黄を単一に使用せず、これに臘脂を加えて（黄の松）、あるいは朱を加えて（黄の雲）発色を変えて彩色している。

木綿白地松竹梅菊に稲妻両面紅型裂地

(資料No.471)



本裂地の分析調査では、赤外線写真による観察と Rf 測定のみ行った。したがって、各色材の解析は、XRF および 3DF 測定の結果を得て総合的に行いたい。

先ず、本裂地の可視光カラー写真と対比させた赤外線写真を図 1 に示す。



図 1 可視光カラー写真 (左) と赤外線写真 (右)

図1の可視光カラー写真(左)と赤外線写真(右)を比較すると、青、緑、菊や梅の花弁の隈取り部分、笹の葉の先端部分や中央が黒化し、暗い紫、笹の葉の灰色の部分、茶色の稲妻の部分に灰色に、また鮮やかな赤、黄、明るい紫の部分は白化している。この黒化した部分や灰色となった部分には、赤外線を吸収するベロ藍あるいは墨が使われていると推定される。

次に、Rf測定点と測定点の顕微写真を図2(1)(2)に示す。顕微写真の中央部が測定点となる。



図2(1) Rf測定点と顕微写真



図 2(2) Rf 測定点と顕微写真

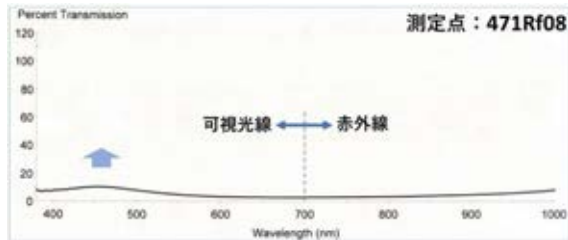


図 3 青から得られた Rf スペクトル

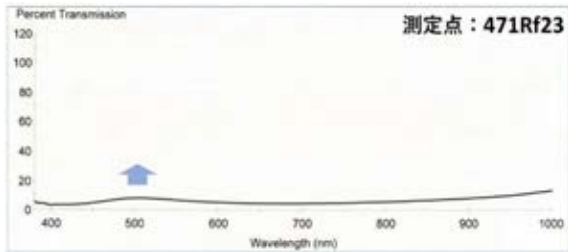


図 4 緑から得られた RF スペクトル

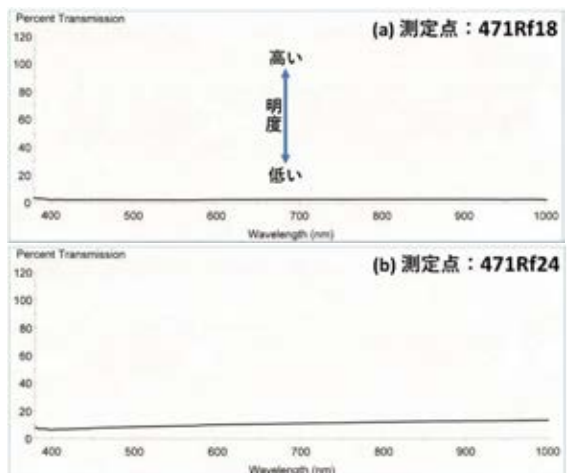


図 5 菊の隈取り部分(a)と笹の灰色部分(b)から得られた Rf スペクトル

・赤外線写真で黒化した部分の色材

赤外線写真で黒化した「青」、松の枝 (Rf07)、梅の葉 (Rf08) から得られた Rf スペクトルには、いずれも 450~500 nm 領域にペロ藍に由来する僅かなスペクトルピークが現れている。このうち、梅の葉 (Rf08) から得られたスペクトルを図 3 に示す。

次に、同様に赤外線写真で黒化した「緑」、菊の葉 (Rf23) から得られたスペクトルを図 4 に示す。ここでは 450~500 nm 領域に現れた僅かなスペクトルピークが長波長側に少しシフトしているが、これもペロ藍に由来するピークである。

以上のことから、「青」はペロ藍のみで彩色され、「緑」は青のペロ藍と黄色の色材の混色によるものと推定される。この「緑」に混色されている黄色の色材については、石黄が考えられるが、さらに XRF と 3DF 測定が必要である。

そして、赤外線写真で黒化した「黒」い隈取り部分、明るい赤紫の菊の花弁の隈取り (Rf18)、暗い紫の梅の花弁の隈取り (Rf10)、そして笹の葉の先端部分 (RF25) から得られた Rf スペクトルは、

いずれも墨が示す、可視光線から赤外線領域まで明度の低い平坦なスペクトルが一直線となっている。このうち、明るい赤紫の菊の花弁の隈取り (Rf18) から得られたスペクトルを図 5 (a) に示す。また、笹の葉の灰色部分 (Rf24) から得られた Rf スペクトルを図 5 (b) に示す。図 5 (a) のスペクトル形状は、無彩色の墨が示すスペクトル特性であり、図 5 (b) のスペクトル形状は明度が少し高いスペクトルであるが、墨が薄く使われた部分となる。これらのことから、菊や梅の花弁の隈取り、そして笹の先端と灰色部分には墨が使われていることが判る。

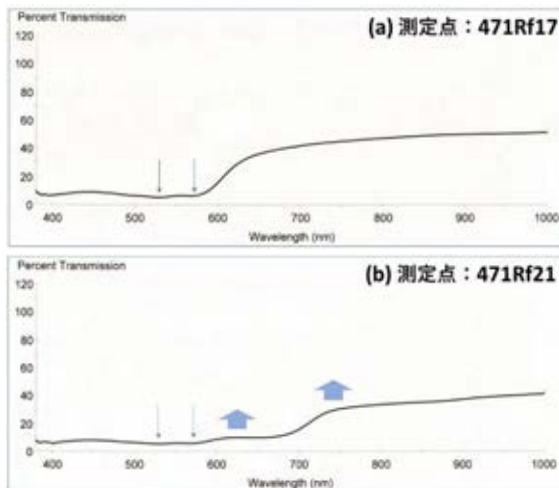


図 6 明るい赤紫(a)と暗い紫(b)から得られた Rf スペクトル

トがあることから、いずれにも臙脂が使われていることが推定される。一方、暗い紫には、明るい赤紫に無い 2 段階のスペクトルが 600 nm と 700 nm に現れている。このことから、明るい赤紫は、臙脂のみで彩色されており、一方の暗い紫は、臙脂にベロ藍か墨を少量加えているように推定される。しかし、これも XRF 測定による鉄 (ベロ藍) の存否を確認する必要ひつようがある。

・明るい紫と暗い紫の色材

松にある明るい赤紫 (Rf05)、菊の花弁にある明るい赤紫 (Rf17) から得られた Rf スペクトルは、同様の形状を示した。この部分は赤外線写真で白化している部分である。このうち、菊の花弁にある明るい赤紫 (Rf17) から得られたスペクトルを図 6 (a) に示す。

また、赤外線写真で灰色に写された暗い紫の梅の花弁 (Rf11) および同様に暗い紫の菊の花弁 (Rf21) から得られた Rf スペクトルは、同様の形状を示した。このうち、暗い紫の菊の花弁 (Rf21) から得られたスペクトルを図 6 (b) に示す。両者のスペクトルには 500~600 nm 領域に 2 つの吸収スペク

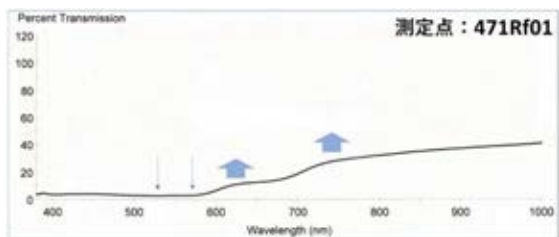


図 7 稲妻の茶から得られた Rf スペクトル

2 つ確認できることから臙脂が存在すると推定できる。また、700 nm からのスペクトルの立ち上がりは、図 6 (b) のそれとは少し異なる。この Rf スペクトルの違いから、この「茶」は、臙脂と朱に少しのベロ藍あるいは墨が加わったものと推定できるが、これも XRF と 3DF 測定が必要である。

・稲妻の茶の部分

稲妻の「茶」の部分 (Rf01) から得られた Rf スペクトルを図 7 に示す。この茶の部分は赤外線を少し吸収し灰色を呈している部分で、このスペクトル形状は、上記の図 6 (b) に示した暗い紫の菊の花弁 (Rf21) から得られたスペクトルに類似している。僅かな吸収スペクトルが 500~600 nm 領域に

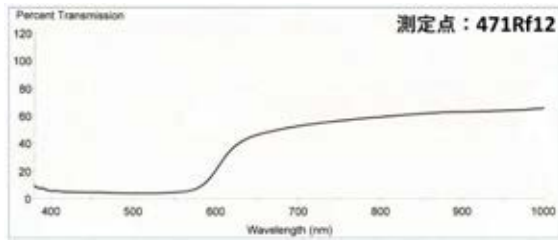


図 8 梅の文様を象る描線の赤から得られた Rf スペクトル

梅の文様を象った赤い線描 (Rf12) から得られた Rf スペクトルを図 8 に示す。この「赤」は、朱と推定できるが、さらに XRF 測定を行い、朱の主成分元素である水銀の存在を確認する必要がある。

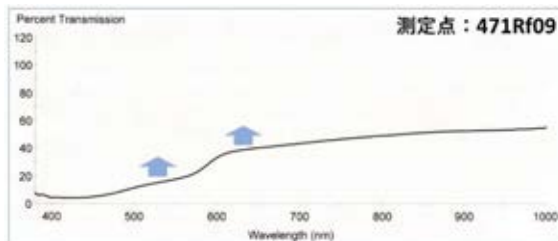


図 9 黄一色に彩られた梅の文様から得られた Rf スペクトル

この色材は、石黄であること。また、朱は 600 nm からスペクトルが立ち上がる特性をもつことから、これらの「黄」は、明るい色彩の石黄に朱を加えて赤味を持たせたものと考えられる。しかし、これも XRF 測定が必要な部分である。

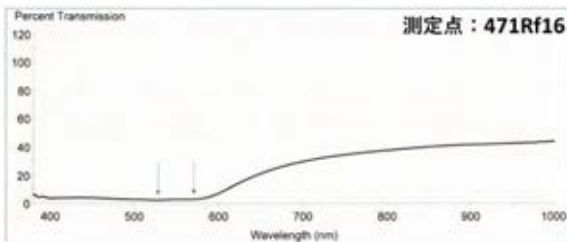


図 10 明るい赤紫の暈し部分から得られた Rf スペクトル

上記の他、松の明るい赤紫の暈し (Rf04) および明るい菊の花弁の赤紫の暈し (Rf16) から得られた Rf スペクトルは、共通したスペクトル形状を示した。このうち、明るい菊の花弁の赤紫の暈し (Rf16) から得られた Rf スペクトルを図 10 に示す。このスペクトルから、500 nm～600 nm 領域に 2 つの僅かな吸収スペクトルが確認でき、この部分が赤外線写真で灰色を呈していることから推測し、ベロ藍や薄墨による暈しと考えられるが、脂肪酸のみの暈しとも考えられる。いずれにしても、3DF および XRF 測定による確認が必要である。

以上、本裂地の色材には、赤外線写真と Rf 測定のための結果、青のベロ藍、赤の朱、赤紫の脂肪酸、黒の墨、そして石黄の使用が推定された。なお、XRF 測定によって明らかになる事であるが、ベロ藍や朱および脂肪酸には、鉛白が共に存在している (混ぜられている) ものと考えられる。

・赤外線写真で白化した色材

赤外線写真で白化した鮮やかな「赤」の部分、梅の文様が白抜きされた松の赤 (Rf06)、梅の文様を象った赤い線描 (Rf12)、明るい赤紫の菊の花芯部分の赤 (Rf14)、暗い紫の菊で花芯近くにある赤 (Rf20)、笹の葉の文様を束ねるような描線の赤 (Rf26) から得られた Rf スペクトルは、共通して朱の特徴的なスペクトル形状を示した。このうち、

次に、赤外線写真で白化した「黄」の部分、赤い松の先端を彩る黄 (Rf03)、暗い紫の菊の花芯 (Rf19)、明るい赤紫の菊の花芯に近い黄 (Rf15)、黄一色に彩られた梅 (Rf09) から得られた Rf スペクトルは、共通して 500 nm と 600 nm に 2 段階のスペクトルが現れる形状を示した。このうち、黄一色に彩られた梅 (Rf09) から得られた Rf スペクトルを図 9 に示す。紅型の多くに使われている黄

上記の他、松の明るい赤紫の暈し (Rf04) および明るい菊の花弁の赤紫の暈し (Rf16) から得られた Rf スペクトルは、共通したスペクトル形状を示した。このうち、明るい菊の花弁の赤紫の暈し (Rf16) から得られた Rf スペクトルを図 10 に示す。このスペクトルから、500 nm～600 nm 領域に 2 つの僅かな吸収スペクトルが確認でき、この部分が赤外線写真で灰色を呈していることから推測し、ベロ藍や薄墨による暈しと考えられるが、脂肪酸のみの暈しとも考えられる。いずれにしても、3DF および XRF 測定による確認が必要である。

木綿白地鶴菊松皮菱流水単子供衣裳

(資料No.470)



本衣裳の分析調査では、赤外線写真による観察と Rf 測定、そして橙色に染められ衣装に縫い付けられた幅広の結び紐の 3DF 測定を行った。したがって、本衣裳各色材の解析は、XRF および 3DF 測定の結果を得て総合的に行いたい。

まず、本衣裳の可視光カラー写真（左）と対比させた赤外線写真（右）を図1に示す。



図1 可視光カラー写真（左）と赤外線写真（右）

図1の可視光カラー写真（左）と赤外線写真（右）を比較すると、青、緑、小梅の花芯、鶴の頸椎（首）の青、そして鶴の胸に点在する黒い暈し部分が黒化し、鮮やかな赤い松皮菱、菊の三枚葉の先端部分の赤、そして青い梅の花芯、さらに鶴の羽の部分と黄色の部分、赤紫の菊、小梅が点在する暗い薄紫の雲、そして小梅が点在する薄い赤の雲が白化している。この黒化した部分にはペロ藍、あるいは墨が使われていると推定される。

次に、Rf 測定点と測定点の顕微写真を図 2 (1)(2)に示す。顕微写真の中央部が測定点となる。



図 2 Rf 測定点と顕微写真

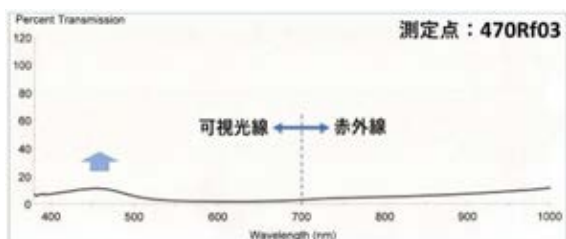


図 3 青から得られえた Rf スペクトル

・赤外線写真で黒化した部分の色材

赤外線写真で黒化した「青」、梅の花弁の青 (Rf03)、鶴の頸椎 (首) の青 (Rf12)、青い松皮菱の部分 (Rf11) から得られた Rf スペクトルは、共通して 450~500 nm 領域にベロ藍由来の僅かなスペクトルピークが現れていた。このうち、梅の花弁の青 (Rf03) から得られた Rf スペ

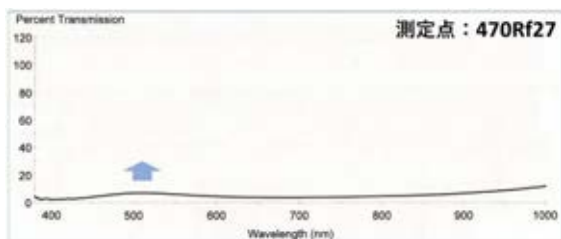


図 4 緑から得られた Rf スペクトル

この僅かなスペクトルピークは、上記の図 3 に現れたスペクトルピークの位置よりも少し長波長側にシフトしているが、これもベロ藍に由来するピークである。

以上のことから、「青」はベロ藍のみで彩色され、「緑」は青のベロ藍と黄色の色材の混色によるものと推定される。この「緑」に混色されている黄色の色材については、石黄が考えられるが、さらに XRF 測定が必要である。

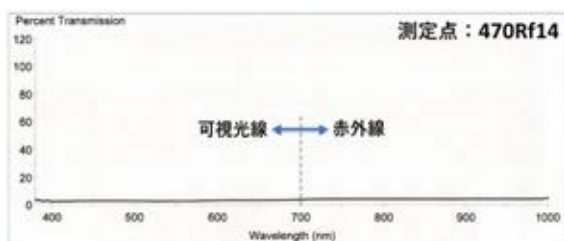


図 5 鶴の胸毛に点在する黒い暈しから得られた Rf スペクトル

クトルを図 3 に示す。

次に、同様に赤外線写真で黒化した「緑」、流水の緑 (Rf23)、鶴の尾羽の緑 (Rf27) から得られた Rf スペクトルには、共通して 450~500 nm 領域に僅かなスペクトルピークが現れていた。このうち、鶴の尾羽の緑 (Rf27) から得られた Rf スペクトルを図 4 に示す。

次に、赤外線写真で黒化した鶴の胸に点在する「黒」い暈し部分 (Rf14)、小梅の花芯 (Rf24) から得られた Rf スペクトルは、いずれも可視光線から赤外線領域まで明度の低い平坦なスペクトルが一直線に現れていた。このうち、鶴の胸に点在する黒い暈し部分 (Rf14) から得られた Rf スペクトルを図 5 に示す。これは、無彩色の墨が示すスペクトル特性である。

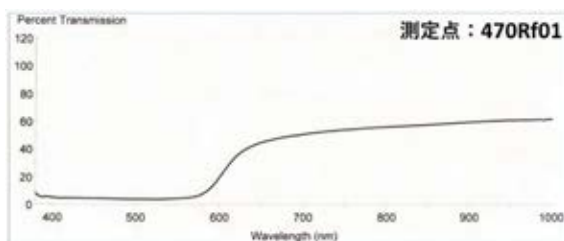


図 6 鮮やかな赤から得られた Rf スペクトル

・赤外線写真で白化した色材

赤外線写真で白化した鮮やかな「赤」の部分、松皮菱の赤 (Rf01)、菊の三枚葉の先端部分の赤 (Rf25)、そして青い梅の花芯 (Rf04) から得られた Rf スペクトルは、いずれも朱の特徴的なスペクトル形状を示した。このうち、松皮菱の赤 (Rf01) から得られた Rf スペクトルを図 6 に示す。この「赤」は、スペクトル形状から朱と推定できるが、さらに XRF 測定を行い、朱の主成分元素である水銀の存在を確認する必要がある。

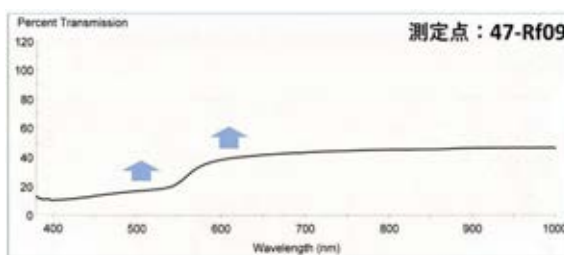


図 7 黄から得られた Rf スペクトル

同様の形状を示した。このうち、青海波のような文様の黄 (Rf09) から得られた Rf スペクトル

次に、赤外線写真で白化した「黄」、青海波のような文様の黄 (Rf09)、鶴の肩羽の黄 (Rf15、Rf16) から得られた Rf スペクトルは、いずれも

を図7に示す。紅型の多くに使われている黄の色材は、石黄であること。また、朱は600 nmからスペクトルが立ち上がる特性を示すことから、これらの「黄」は、明るい色彩の石黄に朱を加えて赤味を持たせたものと考えられる。しかし、これも XRF 測定が必要な部分である。

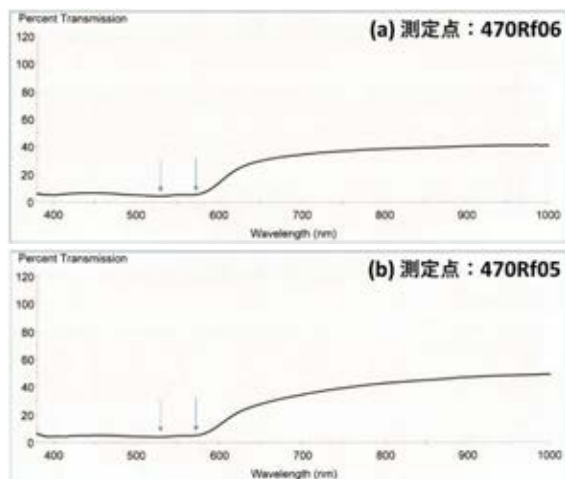


図8 赤紫(a)と濃い赤紫の暈し(b)から得られた Rf スペクトル

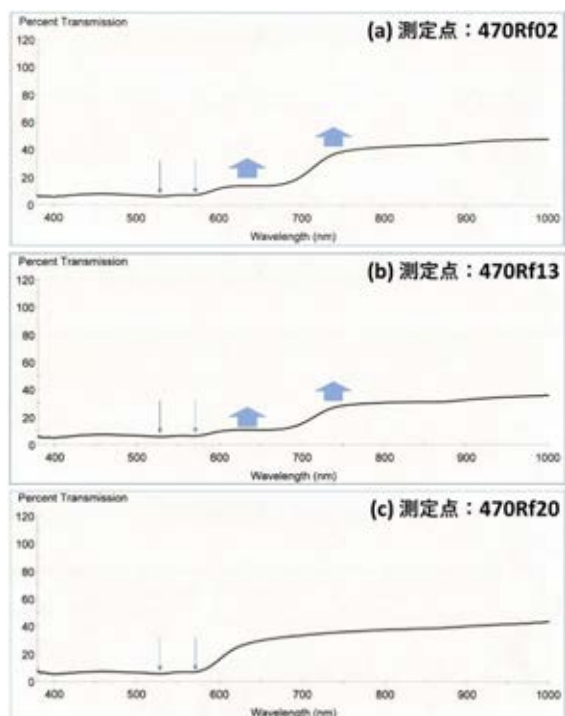


図9 紫(a)(b)と赤紫(c)から得られた Rf スペクトル

・橙色に染められている結び紐の染料

この衣裳に縫い付けられている結び紐の Rf と 3DF の測定点を図10に示し、その Rf 測定点から得られた Rf スペクトルを図11に、また 3DF 測定によって得られた等高線図を標準試料「鬱金と紅花の重ね染」のそれ(右)と対比させ図12に示した。まず、使われた色材が繊維に

さらに、赤外線では白化した「赤紫」の部分、菊の花弁(Rf06)と鶴の羽(RF18)、それぞれに施された濃い赤紫の暈し(菊の花弁の先端の暈し Rf05、鶴の羽の先端の暈し Rf17)から得られた Rf スペクトルは、すべて共通し臙脂の特性を示す500~600 nm領域の2つの僅かな吸収スペクトルが確認された。このうち、菊の花弁の赤紫(a)(Rf06)とその花弁の先端の濃い赤紫の暈し(b)(Rf05)から得られた Rf スペクトルを対比させて図8に示す。両者ともに臙脂の特性が現れたスペクトルであるが、暈し部分の濃い赤紫の方が全体の明度が僅かに低い。このことから、いずれの赤紫も臙脂であり、その暈しの部分には、再度臙脂を挿して彩色したものと思われる。

上記の他、乳白色の小梅の点在する雲の「紫」(a)(Rf02)、鶴の胸毛の紫(b)(Rf13)、そして小梅の点在する赤紫(c)(Rf20)から得られた Rf スペクトルを図9に示す。いずれのスペクトルにも500~600 nm領域に2つの僅かな吸収スペクトルが確認されることから、これらには臙脂が存在する。そして、紫(a)(b)の発色には、600 nmと700 nmにスペクトルの立ち上がりがあり、これは青の色材としてペロ藍が加えられた可能性が考えられる。また、これらの乳白色は、白色の鉛白によるものと思われる。いずれにしても、ペロ藍に由来する鉄の存在と鉛白に由来する鉛の存在を XRF 測定で確認する必要がある。



図 8 Rf、3DF 測定点と顕微写真

滲透している状態が顕微写真から観察され、この色材は顔料ではなく染料であることが判る。さらに Rf スペクトルから、この橙色は 450～500 nm に僅かな反射があり青味をもつ赤の色彩特性をもつことが判る。そして、3DF 測定によって得られた等高線のパターン（左）は「鬱金と紅花の重ね染」によって得られた等高線のパターン（左）と類似している。「鬱金と紅花の重ね染」も 450～500 nm に僅かな反射があり青味をもつ。しかし、図 12 左の等高線に現れたピークの位置 A と右の紅花由来のピークの位置は近似するものの、ピーク B は鬱金由来のピークよりも短波長側にシフトしており、同一の染料による重ね染と同定することはできない。ピーク B は繊維自身を持つ蛍光特性とも考えられ、この結び紐の橙色の染めは、オレンジ染の合成染料によるものと推定される。

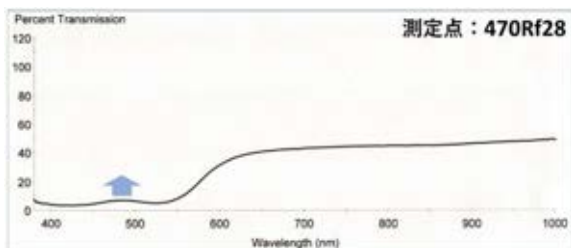


図 9 腰紐の橙色から得られた Rf スペクトル

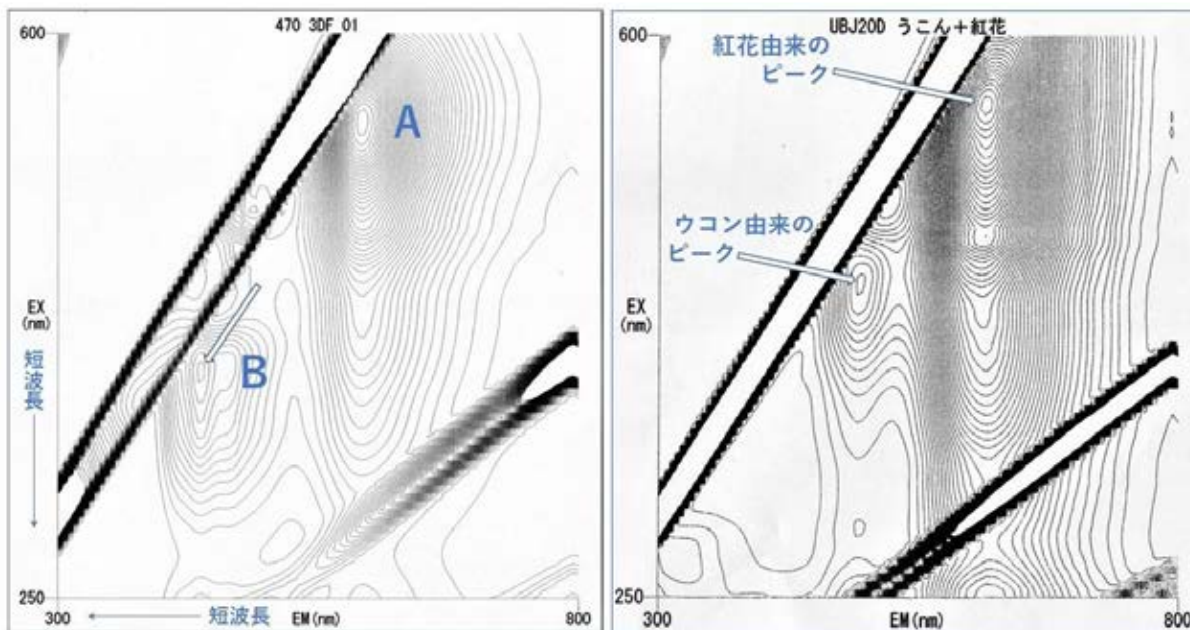


図 10 橙色の結び紐から得られた 3DF (左) と標準試料「鬱金と紅花の重ね染」から得られた 3DF (右)

以上、本衣裳の色材には、赤外線写真と Rf 測定のための結果から、青のベロ藍、赤の朱、赤紫の臙脂、黒の墨、そして石黄の使用が推定された。なお、ベロ藍や朱および臙脂には、鉛白が共に存在している（混ぜられている）ものと考えられる。