

アレッサンドロ・ベドリ・マッツォーラ (に帰属)《ヴィーナスとキューピッド》——用いられた材料と技法について

高嶋美穂

1. はじめに

2007年早春、国立西洋美術館所蔵作品アレッサンドロ・ベドリ・マッツォーラ (Alessandro Bedoli Mazzola, 1533-1608)《ヴィーナスとキューピッド》(16世紀、油彩、カンヴァス、104×62 cm、inv. P.1962-3) (photo.1) は、その年5月から開催の「パルマ——イタリア美術、もう一つの都」展での展示を目的に表面のクリーニングが行なわれた。

さらに、この展覧会の終了後からは本格的な修復が始められた。本作品は松方幸次郎のコレクションに含まれていた作品であり、1962年に国立西洋美術館が購入、購入当初は作者不詳とされていたが、その後、2003年に当館研究員によりA. ベドリに帰属された経緯をもつ^{[1][2]}。当館で1960年に開催された「松方コレクション名作選抜展」において展示されて以来、長らく公開される機会がなかった作品である。



photo. 1
アレッサンドロ・ベドリ・マッツォーラ (に帰属)《ヴィーナスとキューピッド》(16世紀、油彩、カンヴァス、104×62 cm、国立西洋美術館、inv. P. 1962-3)、表面のクリーニング前。

今回の修復において、黄変していたワニスや補彩が除去されたことによって今まで不明であった図像の細部が明確になり、本来の色彩を取り戻した (photo.2)。一方で筆者は、この修復の際に、自然科学的な調査法を用いて作品に使用されている材料や技法の調査を行なう機会を得た。ここにその結果を報告したい。

2. 実施した調査

各分析の詳細は付記に記した。

赤外線反射および透過写真/X線写真

光学/紫外蛍光顕微鏡による観察

走査型電子顕微鏡 (SEM) / エネルギー分散型蛍光X線分析 (EDX)

フーリエ変換赤外分光分析 (FT-IR)

各種染色法 (C染色法、アミドブラック染色法 (中性アミドブラックAB2)、ルゴール溶液によるヨウ素-デンプン反応)

3. 調査結果

今回報告する一連の調査は、ワニスや補彩除去後に行なった。

photo. 2
《ヴィーナスとキューピッド》、表面のクリーニング後。図中の番号は、試料の採取位置を示す。

photo. 3
《ヴィーナスとキューピッド》、X線写真。かこの右右手は、初めは現在の右手より大きく描かれた（矢印は最初に描かれていた大きな取手を示す）。

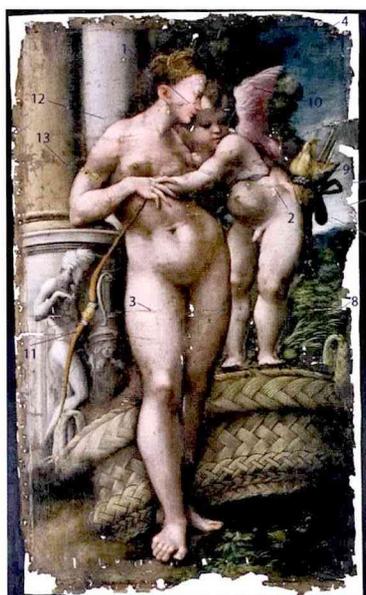


photo. 2



photo. 3

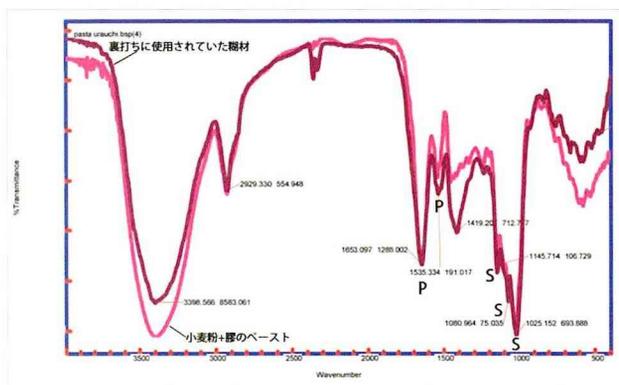
3.1. カンヴァスと裏打ち

オリジナルのカンヴァスは麻布^[3]で1 cm²あたり経糸20本、緯糸20本で平織り、きわめて目が細かい。繊維の種類は、C染色液による染色の後、繊維側面を光学顕微鏡下で観察して判断した^{[4][5]}。画面向かって上辺、下辺、左辺ではカンヴァスの張りしろが残っていることから^[6]、これらの方向ではオリジナルの画面が切断されることなく残っているといえる (photos.1-3)。一方、右辺では張りしろが切り取られてまったく存在していないが、右辺に表れているカンヴァスの弓張り模様(張りじわ)から推測するに、右辺でもオリジナルの画面はそれほど大きくは欠けていないといえるだろう。

この作品には過去の修復により裏打ちがなされていた。裏打ち布は麻布^[3]で、1 cm²あたり経糸8~9本、緯糸6~7本の粗い平織りである。裏打ちに使

われている糊材をFT-IRで分析すると、蛋白質によるアミドI (1653 cm⁻¹)、アミドII (1535 cm⁻¹)の吸収と、デンプンによる吸収 (1145、1080、1025 cm⁻¹) が表れた^{[7][8]} (fig.1)。デンプンの存在は、ルゴール溶液によるヨウ素-デンプン反応によっても確認した^[9]。したがって、小麦粉と膠を混ぜた、いわゆる pasta 裏打ちが施されていると考えられた。また、

fig. 1
裏打ちに使用されていた糊材のFT-IRによる分析結果と、小麦粉+膠ペースト(参照サンプル)の結果。両者の透過スペクトルはよく一致し、アミドI (1653 cm⁻¹)とアミドII (1535 cm⁻¹)とデンプン (1145、1080、1025 cm⁻¹)の吸収バンドを示している。P:蛋白質に特有のピーク、S:デンプンに特有のピーク。



絵具の欠損部分を埋めてあった充填剤からはEDX分析によりカルシウム(Ca)と硫黄(S)を検出したので、石膏(硫酸カルシウム)で埋めてから補彩が施されていることがわかった。今回の修復において、この裏打ち布、糊材、石膏は除去して新しいものに変えた^[10]。

3.2. X線写真

X線写真は作品と同様の明暗のコントラストを示した (photo.3)。このコントラストとEDXによる元素分析の結果から、作品のハイライト部分は鉛白を混合した絵具を塗って表現されていることがわかった。画面右上の空部分は目

立って白く写り、この部分は鉛白を含む絵具で特に厚く描かれていることが確認できた。

X線写真により判明した大きな描き直し(画家自身による描き直し)は1箇所——キュービッドが乗っているかごの右取手(画面向かって右側中央部)で、当初はキュービッドの膝の高さまであった取手が縮小されている。ほかには、ヴィーナスの耳が当初よりやや下方に描き直されていること、キュービッドの腰におかれたヴィーナスの手の親指の位置が修正されていることが明らかだが、これは絵具の透明化^[11]により肉眼でも把握できる。なお、赤外線写真では下描きは認められなかった。

3.3. 絵具層

絵具層の重なりを調査するために、作品から微量の試料を採取し、ポリエステル樹脂に包埋してクロスセクション(断面図)を作成した。試料の採取にあたっては無傷の部分は避け、絵具の剥落箇所の開口部からとし、メスを使って削り、面細筆の先で試料を取り上げた。13箇所から採取した試料のうち、長辺約500 μm (0.5 mm)のものが2つ、そのほかの試料は長辺が100~300 μm の大きさである。採取場所はphoto.2に記した。最近では、非破壊・非接触の調査法としてポータブルタイプの蛍光X線分析装置(XRF)による分析が行なわれることもあるが^[12]、この方法では作品表面からある程度の深さまで(金属なら数10 μm)の組成の情報しか得ることができず、しかも深さ方向の情報は複合されるので、例えば得られた結果から3つの顔料が推定されたとしても、それらが1層中に混合されているのか、異なる顔料から成る層が重ねられているのかはわからない。また、大気中での分析となるため軽元素(Al, Si, Sなど)の検出は困難である。当館ではこのような機器を保持してもない。一方、採取してクロスセクションを作成すれば、絵具層の重なりの様子、層の厚さ、顔料の粒の大きさや形状の観察および同定、メディウム(展色材)の調査など多くのことが可能になること、何よりも本作品では絵具層の剥落が著しかったことから、試料の採取をすることにした。作成したクロスセクションは、光学/紫外蛍光顕微鏡で観察した後、SEMで観察、SEM付属のEDXで元素分析を行なって顔料の同定をした。さらに、いくつかのクロスセクションはメディウムの調査のためにアミドブラックやルゴール溶液での染色に供した。

全体的な傾向として、この作品は草の緑を除いて地塗り層の上に1層、あるいは2層の彩色層を重ねることで簡素に表現しており、彩色層の厚さは空、キュービッドの羽、肌など鉛白が混合された厚塗りの部分では1層あたり50~150 μm 、それ以外の部分では50 μm 以下である。使用されている顔料は、鉛白(lead white、塩基性炭酸鉛)、炭酸カルシウム白(calcium carbonate white)、チャコールブラック(charcoal black、木炭黒)、土性顔料(earth)、アズライト(azurite、塩基性炭酸銅)、ベルデグリ(verdigris、酢酸銅)、赤および黄色レーキ(lake)、結晶質のヘマトイト(haematite、赤鉄鉱)、鉛丹(red lead、四三酸化鉛)である。制作年代と照らしあわせて不適切な顔料はない。顔料分析の結果はtable.1にまとめた。以下に数点の特徴的な部位について記述したい。

table.1 The structure of ground and paint layers

	Element identified by EDX	Possible pigments or minerals	Comment
Ground	Pb, Si, Ca, Fe, K, Mg, Al, Ti (Thickness: 30~50 μ m)	Lead white + calcium carbonate white (containing many colorless particles of dolomite and silicate ¹⁾) + charcoal black + a small amount of brown and yellow earth ²⁾	The original color of ground is perhaps gray.
Sky (sites 4~7, photo. 2)	Bottom ³⁾ : Pb, Cu, Si, K, Mg (Red particles: Fe, Si, Al or Pb, Si) (60~75 μ m)	Azurite + lead white + haematite ⁵⁾ + a small amount of red lead (Pb ₃ O ₄)	
	Top ⁴⁾ : Pb, Cu, Si (Red particles: Fe, Si, Al) (30~80 μ m)	Azurite + lead white + a small amount of haematite (the contents of azurite, lead white and haematite are vary depending on color.)	Medium: drying oil ⁶⁾
Flesh paint of Venus (sites 1~3, photo. 2)	Bottom (original paint layer): Pb, Si, Al, Mg (45~100 μ m)	Lead white + red lake (Al containing substrate) + red lead	
	Middle (filler): Ca, S, Si, Mg	Gypsum; Calcium sulfate	
	Top (overpaint): Pb, Si, Ca, Fe, Al, K (10~80 μ m)	Lead white + calcium carbonate white + red earth + red lake (Al containing substrate)	
Grass (site 8, photo. 2)	Green matrix: Pb, Cu, Si Green particles: Cu, Pb, Cl, Si	High light of grass: green glaze of verdigris (copper acetate) [+ copper resinate?] over an opaque layer of verdigris mixed with lead white, or verdigris mixed with lead white without glaze. Dark green of grass: green glaze of verdigris [+ copper resinate?]	Slightly discoloration is found at the surface of green glaze. Verdigris particles are detectable under the microscope.
Yellow quiver of Cupid (site 9, Photo. 2)	Pb, Si, Fe, Ca, Al, Mg, K (50 μ m)	Yellow lake (Ca containing substrate) + yellow and red earth + lead white	Many large particles of dolomite can be seen ⁷⁾ .
Wing of Cupid (site 10, photo. 2)	Pb, Al, Si, Cu (150 μ m)	Red lake (Al containing substrate) + lead white + some particles of azurite	
Handle of the bow (site 11, photo. 2)	Bottom: Pb, Si (35~45 μ m)	Lead white	This layer is the paint layer of white column located in the back of the bow.
	Top: Pb, Si, Ca, Mg, Fe Transparent particles: Si, Al, Ca, K, Mg (35~45 μ m)	Red lake + yellow lake + earth + lead white	Many large particles of silicate and some particles of dolomite can be seen in the top layer ⁷⁾ .
White column (site 12, photo. 2)	Pb, Si, Ca	Lead white + a small amount of red lake	
Yellowish-brown column (site 13, photo. 2)	Bottom: Pb, Si, Ca, Fe, Mg (20~35 μ m)	Pinkish flesh color: Earth + lead white + a small amount of red and yellow lake	Many large particles of dolomite and silicate can be seen both bottom and top layers.
	Top: Pb, Si, Cu, Ca, Fe, K, Mg (20~40 μ m)	Earth + lead white + azurite + a small amount of red and yellow lake + a small amount of haematite	

Note to the table

- 1) Various shapes of particles of silicate were found in the ground. They showed various content of Si, Ca, Al, K, Fe, Mg.
- 2) The earth pigments means a large group of pigments which are rich in the clay minerals, iron oxides, iron hydroxide and manganese oxides.
- 3) Bottom means the first paint layer over the ground in the cross-section of the sample.
- 4) Top means the top paint layer in the cross-section of the sample.
- 5) Haematite: crystalline dark red-brown iron oxide, Fe₂O₃.
- 6) Identified by neutral Amid Black (AB2) staining test and FT-IR analysis.
- 7) The substrate of yellow lake pigment seems to be powdered dolomitic limestone.

3.3.1. 地塗り層

地塗り層 (ground)とは、支持体(この場合、麻布)の上に塗られる層であり、支持体に存在する凹凸をならず役目があるだけではなく、その上に重ねられる彩色層の艶感や色彩を左右し、作品の保存状態にも大きくかわる層である^[13]。この作品では鉛白、炭酸カルシウム白^[14] (ドロマイト、ケイ酸塩化合物^[15]を多く含む)、チャコールブラック、少量の茶色や黄色の土性顔料^[16]が混合された地塗りであり、かつて予想されたように石膏地塗りではないことがわかった (photos.4-9)。地塗り層の厚さは50 μ mより薄く、その上に重ねられた彩色層も薄いので、この作品の表面にはカンヴァスの布目の調子が現れている。地塗り層に小麦粉 (あるいはライ麦粉)が入っている可能性を考えて^[17]クロスセクションをルゴール溶液で染色したが、青黒く染色されなかったのでデンプンは含まれていない、したがって小麦粉が含まれている可能性は低い。次に、地塗り層のメディウムを調べるために、蛋白質を選択的に染色する中性アミドブラック (AB2)で染色したところ、地塗り層の底部以外は染まらなかったことから、メディウムは乾性油と考えられる (photo.6)。底部は目止めの膠 (蛋白質)が塗布されているために、染まっている。

この地塗り層で特徴的なのはドロマイト (白雲石もしくは苦灰石 : $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)と、長石やシリカなどケイ酸塩化合物の透明な大小の粒が多数混合されていることで、おそらく炭酸カルシウム白の原料としてドロマイト石灰岩 (白雲石灰岩)を原料とする白色の粉末を用いたためにドロマイト粒および、石灰岩やドロマイトの成因上不純物として伴われるケイ酸塩化合物が混合していると考えられる^[18]。このドロマイトとは、石灰岩から交代作用によって生ずるもので、カルサイト (方解石 : CaCO_3)^[19]とマグネサイト (菱苦土石 : MgCO_3)の中間に位置する^[20]。ドロマイトはアルプス山脈周辺に広く分布している岩石であり^[21]、フレスコ画では漆喰 (plaster)としての使用例^[22]^[23]、あるいはフレスコ画における白色顔料としての使用例^[24]^[25]が報告されているが、板絵やカンヴァス画における使用例はまれである。

クロスセクションの写真では、乾性油の変色の影響をうけて地塗り層は茶色味を帯びているが、地塗り層の組成から判断すると、制作当初は半透明の灰色の地塗りと推定される。作品上では、ヴィーナスやキューピッドの体の輪郭や影を表現している茶色がかった灰色の部分が、この地塗りがみえている部分であろう。

3.3.2 空

厚塗りの下層 (60~75 μ m)と上層 (30~80 μ m)からなり、作品のなかで最も厚塗りになっている (photos.4,5)。空は4箇所から試料を採取したが、どの試料のクロスセクションでも下層は鉛白、アズライト、ヘマタイト、鉛丹から構成されていることから、作者は最初は空を、赤味を加えた水色で均一に塗り、その後、低空には白っぽい水色を (photo.4)、上空には濃い水色を (photo.5)塗り重ねて調子を調整していることがわかる。なお、調査した限りでは、この作品ではアズライトのみが使用されており、ウルトラマリンやスマルトは使用されていなかった。

主に下層で認められた暗赤色の粒は結晶質のヘマタイト (赤鉄鉱 : Fe_2O_3)

photo. 4

左:空から採取した試料(photo.2の7)のクロスセクション。鉛白、炭酸カルシウム白、チャコールブラック、少量の土性顔料から成る地塗り層があり、その上には鉛白、アズライト、結晶質のヘマタイト、鉛丹から成る水色の層が重ねてある。ヘマタイトの粒(左にある暗紫色の粒)と鉛丹の粒(中央付近の赤粒)がみえる。最上層は、鉛白と少量のアズライトから成る。

右:紫外蛍光顕微鏡では、地塗り層に存在するドロマイトの粒(D)とケイ酸塩化合物の粒(S)が観察できる。

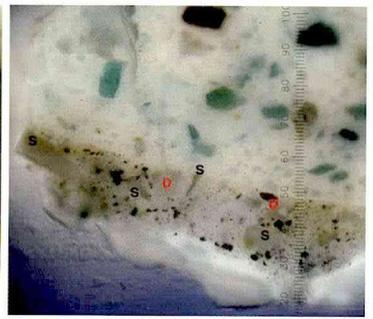
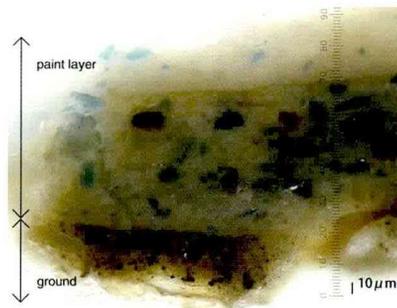


photo. 4

photo. 5

左:空から採取した試料(photo.2の4)のクロスセクション。水色の絵具層の上に青色の層が重ねてある。両方の絵具層に結晶質のヘマタイトの粒(H)がある。

右:SEMの反射電子像(試料右下部の拡大)。地塗り層にはドロマイトの粒(D)が2粒みえる。

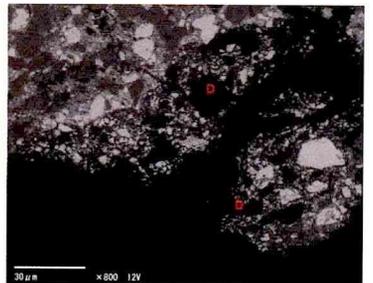
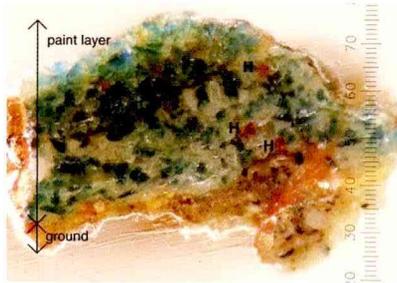


photo. 5

photo. 6

空から採取した試料を中性アミドブラック(AB2)染色した後(試料はphoto.2の4に近い位置の、カンヴァスの張りしろから採取した)。地塗り層の底部以外は染まらなかった。

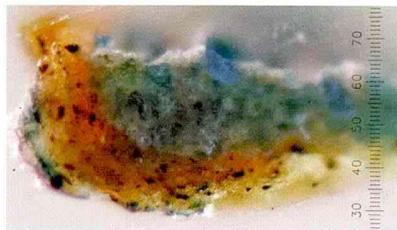


photo. 6

を粉砕したものであり、油彩画に使用されるのはめずらしい顔料である。ヘマタイトには、結晶面が明らかで光輝が甚だ強い鏡鉄鉱から、結晶が微細となった板状、粒状、葡萄状などのもの、

さらに赤色土状のもの(代赭石^{たいしよ})まであり^[26]、土状のヘマタイトはレッドオーカー(red ochre)としてフレスコ画、テンペラ画、油彩画に広く使用されている赤茶の顔料である。しかし、同じヘマタイトでも結晶質のヘマタイトはテンペラ画や油彩画においてほとんど使用された例がなく、ヴェロネーゼ(Paolo Veronese)の《The Family of Darius before Alexander》(ca. 1565-70、油彩、カンヴァス)などへの使用例が報告されているのみである^[27]。16、17世紀に書かれた技法書においては、結晶質のヘマタイトはamatito、lapis amatitoといった名前と言及され、「非常に堅牢な石から作られてレーキのような赤紫色がだせる」、「フレスコ画でのみ使用する顔料」と記述されており^[28]、テンペラ画や油彩画の作品においてこの顔料が認められない事実と一致している。それにもかかわらず、この作品では空のほか、背景の茶色の柱にもヘマタイトが使われていた。今はこのことがどのような意味を持つのか不明だが、この作品の特徴としてあげておきたい。

空部分のメジウムは、アミドブラック染色とFT-IR分析により乾性油と考えられる。

3.3.3 ヴィーナスの肌

ヴィーナスの肌は、鉛白に赤色レーキ^[29]と鉛丹を混ぜて赤味を加えている。朱は使用されていない。掲載したクロスセクションでは、地塗り層のすぐ上の1層のみがオリジナル、2層目は過去の修復の際におかれた石膏の充填材、3層目は補彩である(photos.7,8)。これは、過去の修復において亀裂を石膏で埋めてから補彩を施したことを示している。補彩からは鉛白、少量の赤色レーキに加えて、炭酸カルシウム白、赤色の土性顔料というオリジナル

の層には添加されていない顔料が検出された。SEMでの観察においては、オリジナルの層は鉛白の密度が濃いために白く明るく写るのに対し、補彩では鉛白に炭酸カルシウム白やケイ酸塩化合物が混合されているためにオリジナルの層より黒く写り違いが明らかであった^[30] (photo.8)。このように鉛白に炭酸カルシウムやケイ酸塩化合物などの充填物が混合されるのは19世紀半ば以後のことであり、この補彩は19世紀半ば以降になされた可能性が高い^[31]。

3.3.4 キュービッドの矢筒

キュービッドの矢筒の黄色は、黄色レーキと黄・赤色の土性顔料と鉛白の混合である (photo.9)。黄色の層には、地塗り層同様ドロマイト粒が認められるので、レーキの担体としてもドロマイト石灰岩由来の炭酸カルシウム白を用いたと考えられる^[32]。黄色の染料の分析は、さらなる試料の採取が必要となることから行

なっていない。イタリア絵画においては黄色の顔料は、作品が描かれた時代や地方を推測するための鍵となることがある。たとえば、鉛錫黄 (lead-tin yellow, *giallolino*) のタイプII ($PbSnO_3$ もしくは $Pb(Sn, Si)O_3$) は主に14世紀のフィレンツェ絵画、16世紀のヴェネツィア絵画で認められ^[33]、オーピメント (orpiment, As_2S_3) は、16世紀のヴェネツィア絵画でよく見つかる顔料である^[34]。しかし、この作品では特徴的な黄色は確認できなかった。土性顔料は古代から、レーキは中世から広い地域で使用されている顔料である。

3.3.5 草

光学顕微鏡下でのクロスセクションの観察で、緑色の透明な絵具層のなかにベルデグリ (酢酸銅、 $Cu(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$) と推定される菱形や楕円形の大小の緑粒が認められたこと (photo.10)、この緑粒からは銅 (Cu) と微量の塩素 (Cl) が検出されたことから、緑粒はベルデグリである可能性が高い。Clが検出されるのは、ベルデグリという顔料を製造する際に、銅の板に蜂蜜を塗って塩 (NaCl) でコートした後に酢酸の蒸気にあてるためである^[35]。このような透明な緑の場合、ベルデグリをヴェネチアンターペンタインに溶解して作成する樹脂酸銅 (copper resinat) の可能性が考えられ、ベルデグリがヴェネチアンターペンタインに溶解しきっていない場合にはこのように粒が残るといわれている^[36]。そこで、別に試料を採取してFT-IRによる分析も行なっ

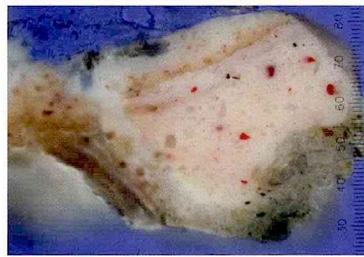
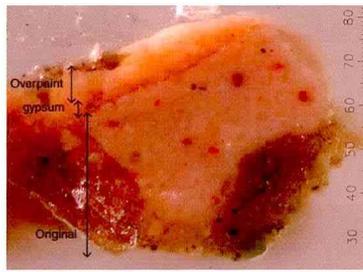


photo. 7

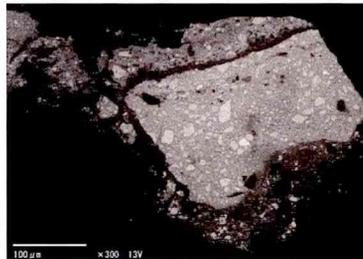


photo. 8

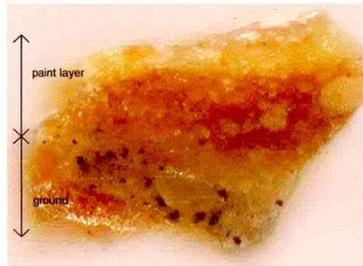


photo. 9

photo. 7
ヴィーナスの顔から採取した試料のクロスセクション (photo.2の1)。オリジナルの肌色の層 (地塗り層) 上にある層は鉛白、赤色レーキ、鉛丹を含むが、補彩はこれらの顔料に加えて、炭酸カルシウム白と赤色の土性顔料を含む (上: 光学顕微鏡観察、下: 紫外蛍光顕微鏡観察)。

photo. 8
SEMの反射電子像は、鉛白の密度によりオリジナルの層と補彩の層の違いをはっきりと示した。最上層、すなわち補彩には、炭酸カルシウム白とケイ酸塩化合物の粒 (黒く写っている粒) がたくさん入っている。右: 右上部の拡大。

photo. 9
左: キュービッドの矢筒は、黄色レーキと赤・黄色の土性顔料と鉛白から成る (photo.2の9)。右: SEMの反射電子像では、ドロマイトの大粒 (D) が3つみえる。

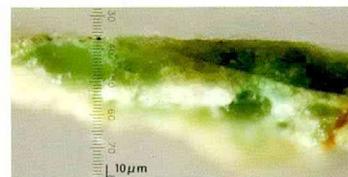
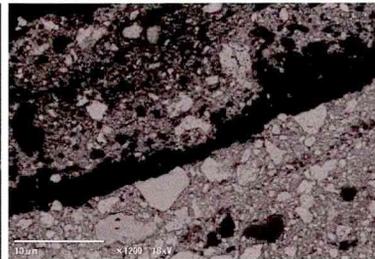


photo. 10
キュービッドの脚のそばにある明るい緑色の草はベルデグリと鉛白から成る (photo.2の8)。光学顕微鏡下でベルデグリの大小の粒が観察できた。試料の表面ではわずかな変色が認められる。

たが、アルキルの吸収(2920および2850 cm^{-1} 付近)とカルボニルの吸収(1735 cm^{-1} 付近)から乾性油が含まれていることは推定できたが、ヴェネチアンターペントインが含まれていれば存在するはずの樹脂酸(1605、1698、1249 cm^{-1})の吸収^[36]が確認できなかった。したがって、樹脂酸銅とはいえない。この作品では、ハイライト部分以外のほとんどの部分が1層の彩色層で描かれているのに対し、草の緑では、鉛白とベルデグリを混合した絵具で描いた上にベルデグリのグレースを何層かかけるといふ、ベルデグリを塗布する際に行なわれる伝統的な技法が用いられていた^[36]。さらに、ベルデグリは茶変するといわれている^[36]が、この作品では、光学顕微鏡下において緑色の層の表面がわずかに茶変しているのが観察できる程度で、おおむね色彩はよく保たれていた。ベルデグリは15～17世紀のイタリア、ネーデルラント、ドイツ板絵での使用例が多く、18～19世紀のヨーロッパ絵画ではほとんど使用されなくなった顔料である^[36]。なお、緑からマラカイト(malachite、塩基性炭酸銅)は検出されなかった。

4. 考察

ここでは、この作品に認められる特徴を、地塗り層と彩色層の2つにわけて考察してみたい。

この作品には、鉛白、炭酸カルシウム白、チャコールブラック、少量の茶色や黄色の土性顔料から構成される灰色の地塗りが施されていた。ロンドンナショナルギャラリーが行なった140点ほどの16世紀イタリアの油彩画(カンヴァス、板絵ともに含む)の地塗りの調査から、①イタリアでは16世紀初めからアペニン(apennine)山脈北の地方を中心に、伝統的な白い石膏地塗りに上に淡い色調から濃い色調までの灰色や茶色の下塗り(2層目の地塗り、あるいはインプリミトゥーラ^[37])を施す技法が現れ始め、この地方ではしだいに主流となっていったこと^[38]、②特に、中間色から濃色の下塗りはコレッジオ(Correggio)、ドッソ・ドッシ(Dosso Dossi)、パルミジャーノ(Parmigianino)、モレット(Moretto)らによって始められたらしいことがわかっている。また、この調査では、カンヴァス64点中18点の作品が石膏地塗りを持たないことがわかり、下塗りの発展とともに石膏地塗りが省略され始め、初めは石膏地塗りに上に薄く施されていた下塗りが、地塗りそのものへと変化していく傾向がわかっている。この変化には、支持体が板からカンヴァスへと変化したことも大きく関わっている。つまり、ヴァゼーリも指摘していることだが、カンヴァスを丸めたときに、石膏地塗りは柔軟性がないために剥がれ落ちてしまうという欠点があったからである^[39]。したがって、この作品に石膏地塗りが認められず灰色の地塗りがあったことは、16世紀にパルマで制作された作品としては不思議ではない。

一方で、この作品の地塗りにドロマイト入りの炭酸カルシウム白が認められたのは注目すべき点である。この作品の地塗りに含まれる顔料のうち、炭酸カルシウム白を除いた顔料、すなわち鉛白、チャコールブラック、少量の茶色や黄色の土性顔料の組み合わせから成る地塗りは、16世紀のイタリアの油彩画によく認められるが^[40]、炭酸カルシウム白を含む地塗りはまれで、さら

にドロマイトが混合した炭酸カルシウム白の使用例は、筆者の知る限り報告例がない。先述したロンドンナショナルギャラリーの調査でも、炭酸カルシウム白が使用されていた16世紀のカンヴァス画は64点中わずか2作品のみで、しかも炭酸カルシウム白だけから構成される白い水性地塗りとして使用されているので、この作品のように有色の油性地塗りの成分のひとつとして炭酸カルシウム白が混合されていたとは異なる^[41]。しかし、17世紀になると炭酸カルシウム白の使用例が増え、イタリアの画家ではゲエルチーノの作品 (Guercino, *Christian Charity*, ca. 1625-1626) に鉛白、炭酸カルシウム白、土性顔料、ボーンブラックの混合した地塗り、サラチーニの作品 (Saraceni, *Judth with the Head of Holofenes*, 1615) に鉛白、炭酸カルシウム白の混合の地塗り^[42]が認められ、さらに17、18世紀のフランスでは鉛白、炭酸カルシウム白、土性顔料、鉛丹を混合した地塗りを多用していた^[43]。いずれにしても、まだ調査された作品数が少ないために、地塗りに使用された材料および技法の変遷については実態が明らかにはなっておらず、この作品におけるドロマイトが混じった炭酸カルシウム白をどう解釈してよいのか、現時点では不明である。現在では市販のカンヴァスにはすでに白い地塗りが施されており、地塗りから制作する画家は少ないのであろうが、地塗りの処方は多くの技法書において多くのページを割いて書かれており、市販のカンヴァスが流通するようになった19世紀より前の画家は地塗り層を作品の保存の観点からも、表現上においても重要な層と認識していたことは間違いないと思われる。したがって、作品の表面からはみえない地塗り層ではあるが、この地塗り層には特定の年代や画派で好まれていた傾向、あるいは作者の知識や意図が強く現れていると考えている。

彩色層は、鉛白、チャコールブラック、土性顔料、アズライト、ベルデグリ、赤・黄色レーキ、結晶質のヘマタイト、鉛丹という比較的限られた種類の顔料のみが用いられており、ほとんどの部分が地塗り層の上に1層で描かれていた。自然科学的な調査が進んでいる16世紀のヴェネツィア派の作品では鉛錫黄、オーピメントおよびリアルガーといった鮮やかな色が用いられ、青はスマルト、ウルトラマリン、アズライト、インディゴを使いわけると使用されている顔料が豊富であること、少しずつ異なる色調のグレースを何層にも重ねるといった描き方が特徴であるといわれているが^[44]^[45]^[46]、本作品はそれとは異なる。A. ベドリが影響を受けたであろうパルミジャーノの技法との比較をすると、スマルト、鉛錫黄といったパルミジャーノが多用していた特長的な顔料^[47]^[48]^[49]がこの作品では使用されておらず、逆にこの作品で認められた結晶質のヘマタイトというめずらしい顔料がパルミジャーノの作品で認められたという報告例はなく、現在のところ材料の点においては、本作品にはパルミジャーノとのつながりを強く示唆するものは認められない。

今後A. ベドリ周辺の画家の作品の調査が進んで、この作品に認められる地塗り層の組成や彩色に使用された顔料について、新たな知見が得られる日が来ることを期待している。

謝辞

本論文の執筆にあたりご助言をいただきました国立西洋美術館の河口公男主任研究員ならびに高梨光正主任研究員と、岡崎絵画修復工房・岡崎純生氏、静岡県立美術館・新田建史氏に感謝いたします。

【付記:分析方法】

1. X線撮影

ソフテックス株式会社製工業用エックス線装置K-4型

撮影条件:25 kV、3 mA、120 sec。フィルム:フジフィルムenvelopeEP50

2. 走査型電子顕微鏡 (SEM) / エネルギー分散型蛍光X線分析 (EDX)

日本電子データム社製JSM-5800LV型走査型電子顕微鏡と、これに付属するエネルギー分散型X線分析装置DX4I (解析用ソフトウェアはエダックス社製)を使用した。分析条件:加速電圧15 kV (試料により13 kV~18 kVの間で調節)、25 Pa (試料により25~40 Paの間で調節)。カーボン蒸着。試料によってはカーボン蒸着の上に金蒸着。

3. フーリエ変換赤外分光分析 (FT-IR)

Bio Rad社製FTS-6000。臭化カリウム (KBr) 錠剤法による透過スペクトルを測定した。

4. C染色液による染色

染色液はJIS P8120^[4]のとおり。スライドガラス上に散布された繊維の上に染色液を数滴落とし、カバーガラスで覆い、そのまま1、2分放置した後、スライドガラスを傾け、吸収紙をあてて過剰の染色液を吸い取った。その後、光学顕微鏡下で観察した。

5. アミドブラック染色法 (中性アミドブラックAB2)^[50]

A:アミドブラック1 g。B:1N酢酸450 ml、0.1 M酢酸ナトリウム450 ml、グリセリン100 mlを混合する。AをBに溶解して染色液を作る。クロスセクションの上にこの染色液を滴下して15分間放置したのち1%酢酸水溶液で洗い光学顕微鏡下で観察した。この染色液は蛋白質を青色に染める。

6. ルゴール溶液によるヨウ素-デンプン反応

Merck社製ヨウ素-ヨウ化カリウム1%溶液を採取した試料 (裏打ちの糊材の調査の場合) またはクロスセクション (地塗り層の調査の場合) の上に滴下し、10分間放置後に蒸留水で洗い、光学顕微鏡下で観察した。この染色液はデンプンを青黒く染める。

[1] 「ウエヌスとアモル」、『パルマ — イタリア美術、もう一つの都』(展覧会カタログ)、高梨光正監修、pp.198-201 (2007)、読売新聞東京本社、東京。

[2] Koshikawa, M.: *Venus and Cupid* from the Former Matsukata Collection: An Addition to the Ceuve of Alessandro Mazzola Bedoli, 『国立西洋美術館研究紀要』, no.7, pp.7-18 (2003)。

[3] 亜麻もしくは大麻

[4] JIS P8120 紙、板紙及びパルプ——繊維組成試験方法 (1998)。

[5] Gordon, Cook, J.: Natural Fibres of Vegetable Origin, "Handbook of Textile Fibers, 1. Natural Fibres", pp.4-25 (1959, reprinted 1993), Merrow, Durham.

[6] 過去の修復においては、裏打ちをした際にオリジナルのカンヴァスの張りしろを切り取る処置が一般的であったので、この作品のように、裏打ちをされながら張りしろが残っている作品はめずらしい。

[7] Pilc, J., White, R.: The Application of FTIR-microscopy to the Analysis of Paint Binders in Easel Paintings, *National Gallery Technical Bulletin*, 16, pp.73-83 (1995)。

[8] Derrick, M. R., Stulik, D., Landry, J. M.: "Infrared Spectroscopy in Conservation Science", pp.180, 181 (1999), The Getty Conservation Institute, Los Angeles.

[9] Mohr, J. L.: Chapter10, Methods for protozoa, "Staining procedures", forth edition, Clark, G. (ed.), p.288 (1981), Williams & Wilkins, Baltimore.

[10] 旧裏打ちは、裏打ち布自体の劣化が著しかったこと、オリジナルのカンヴァスとの接着が弱まっており裏打ち布を簡単にはがすことが可能だったので除去し、新たにBeva371シートによる裏打ちを施した。新たな裏打ち布として極細の上質生亜麻布を使用し、オリジナルのカンヴァスと裏打ち布の間には和紙を挟み込んでいる。さらに、裏打ちが完了した後の作品は、厚手のポリエステル布を張った強化木枠に張り込んだ。

[11] 絵具層の透明性は、顔料の屈折率とメディウムの屈折率により決定される。この2者の屈折率の比が小さいほど透明になる (比が1であれば完全に透明になる) のだが、乾性油は経年とともに屈折率が上がるため、経年するにつれて絵具層の透明性は増していく (例えば、鉛白の絵具層の場合、鉛白の屈折率が2、亜麻仁油の屈折率が経年につれて1.5から1.6に変化すると仮定すると、その比は1.33から1.25に変化する)。この透明化のため、明るい色の絵具層の下に濃い色の下描きがあったり、描き直しがある場合に、経年につれてこれらが透けてみえることがある (『絵具の科学』、ホルベイン工業 (株)、p.118 (1996、再版)、中央公論美術出版、東京; Jones, S. R: The Changed Appearance of Oil Paintings Due to Increased Transparency, *Studies in Conservation*, 36, p.151 (1991))。

[12] 非接触とはいっても、測定する対象物から2~5 mmの距離に近づけなければならない。

[13] 地塗り層の吸収性によって、その上に重ねた彩色層中のメディウムが地塗り層に吸収される程度が異なるので、彩色層の艶が左右される。たとえば、地塗り層が水性で多孔質であり、その上に重ねられる層のメディウムが乾性油である場合、上の絵具層の乾性油は地塗り層に吸収されるので艶引けとなる。また、地塗り層は支持体と彩色層をつなぐ層であり、支持体とも彩色層とも接着されていないと測定する対象物から2~5 mmの距離に近づけなければならない。

- [14] 炭酸カルシウム白とは、主成分が炭酸カルシウムである白い粉末の顔料を指し、その原材料は白亜(チョーク)、石灰岩、大理石、胡粉などである。
- [15] ケイ酸塩化合物はさまざまな形状をしており、EDX分析によりSi、Ca、Al、K、Fe、Mgなどを検出したが、軽元素から成る鉱物であるためSEMで各々の粒の形状を捉えることが難しかったことから、個々の鉱物の同定は行っていない。ドロマイトは特徴的な菱面体結晶が観察できたこと、CaおよびMgが強く検出されたことから同定した。
- [16] 土性顔料(earth)はオーカー(ochre)、アンバー(umber)、シエナ(sienna)、テラヴェルト(terra-verte)などを含む総合的な名前。酸化鉄と含水酸化鉄に富んだ赤から茶色のものをオーカー、含水酸化鉄に富み黄色っぽい茶色で酸化マンガンを5%未満含むものをシエナ、酸化マンガン5~20%と酸化鉄を45~70%含むものをアンバーとする区別がある(Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T., Siddal, R.: *Earth pigment*, "The Pigment Compendium", CD-R (2004), Elsevier, Burlington.)が、この作品の地塗り層に含まれている土性顔料は少量で個々の粒について分析はしていないので、ここでは総合的な名前を用いている。
- [17] ヴァザーリの技法書には「石膏を塗ったカンヴァスは丸めると石膏に亀裂が生じるので、(丸めて運搬することがない)据え置ききの油彩のカンヴァスでないかぎりは石膏を塗布せず、3~4層の膠を塗った後に、小麦粉とくるみ油と2、3分量の鉛白からなるペーストをナイフで塗り、再び1~2層の膠を塗布してから構図を描くかもしくはその上にpriming〔注1〕を塗る」という記述があり(Vasari, G.: Chapter IX. 88. *Painting on canvas*, "Vasari on Technique: being the introduction to the three arts of design, architecture, sculpture and painting, prefixed to the Lives of the most excellent painters, sculptors, and architects", translated into English by Louisa S. Macle hose, Baldwin Brown (ed.), pp.236-237 (1960), Dover, New York)、同様に地塗りとして小麦粉、油、蜂蜜、石膏などを混合したペーストを使用する方法が数々の技法書に記されている(Merrifield, M. P.: "Medieval and Renaissance Treatises on the Arts of Painting, Original Texts with English Translations", pp.cclxxxi-cxcxiii (1999), Dover, New York)。(注1) primingとは1層あるいは複数層からなる地塗り層すべてを指すか、より明確には、地塗り層のうち最も上に塗られた層のことを示す。
- [18] SiO₂、MgO、P₂O₅、Fe₂O₃は石灰岩、ドロマイトの成因上、常に伴われる傾向があり、SiO₂、Fe₂O₃はドロマイトに、P₂O₅は石灰岩に多く含まれる傾向がある(井上秀雄、「石灰岩・ドロマイト中の不純物」、『地質ニュース』、no.93, pp.18-23 (1962))。
- [19] 鉱物のカルサイト(方解石)の結晶の集合体が石灰岩である。
- [20] 木下亀城、『原色鉱石図鑑』、p.166 (1999)、保育社、大阪。
- [21] 北イタリアに位置するドロミーティ山脈は、鉱物のドロマイトを豊富に含む土壌として有名である。
- [22] Jaro, M.: Preparation of wall paintings in the roman province of Pannonia, according to recent investigations, "Fifth international restorer seminar", volume 1, Eri, I., Sarkozy, G. (eds.), pp.83-88, (1985), National Centre of Museums with the support of Unesco, Budapest.
- [23] Bianchetti, P. L.: L'intonaco di preparazione e di finitura del ciclo pittorico di Giotto nella Cappella degli Scrovegni, "Bollettino d'arte", pp.5-16, (2005).
- [24] Wallert, A., Elston, M.: Fragments of Roman wall painting in the J. Paul Getty Museum: a preliminary technical investigation, "Roman wall painting: materials, techniques, analysis and conservation, proceedings of the international workshop, Fribourg, 7-9 March 1996", pp.93-104 (1997), Institute of mineralogy and petrography, Fribourg.
- [25] イタリアでは、フレスコ画における白色顔料には**bianco sangiovanni** (St. John's white, lime white)を用いるのが一般的であり、その原材料は石灰岩や大理石を砕いた粉末である(Gettens, J., Fitzhugh, W., Feller, R.: 9. Calcium Carbonate Whites, "Artists' Pigment, A Handbook of their History and Characteristics", vol. 2, Roy, A. (ed.), p.206 (1993), Oxford University Press, New York)。
- [26] 木下亀城, op. cit. (ref. 20), pp.35, 161。
- [27] Penny, N., Spring, M.: Veronese's Paintings in the National Gallery, Technique and Materials: Part.1, *National Gallery Technical Bulletin* 16, p.22 (1995).
- [28] Merrifield, M. P.: Red Colours — Amatito, "The Art of Fresco Painting in the Middle Ages and the Renaissance", pp.xiii-xxii, (2003), Dover, New York.
- [29] レーキとは、不溶性で半透明もしくは白色の無機物、たとえば水酸化アルミニウムなどの体質顔料に有機物もしくは染料を定着させて製造した顔料のことである。肌の部分の赤色の粒からEDXによりアルミニウム(Al)を検出したのでレーキと判断した。マダーレーキ、コチニールレーキなどが推定される。赤色レーキはキュービッドの羽にも使用されている。
- [30] SEMの反射電子像においては重元素で構成される成分は白く、軽元素で構成される成分は黒く写るので、炭酸カルシウム白(カルシウム:元素番号20)やケイ酸塩化合物(ケイ素:元素番号14)が混合した補彩は、鉛白(鉛:元素番号82)だけのオリジナル層より黒く写っている。
- [31] 19世紀半ばから市販の油絵具が販売されるようになり、販売され始めた初期の頃から、タルクや白土や炭酸カルシウム白の充填物が混合されていた(Boxall, J.: *A History of Paint Technology*, part two, *Paint Manufacture*, 48, p.34, (1978))。
- [32] 中世からレーキの担体として、大理石、石膏、トラバーチン(石灰岩が地下水などに溶けて再沈殿したもの)を砕いた粉、イカの骨を細かく砕いたもの、明礬石から採って粉碎したアルミニウム粉、鉛白、白亜、鉛卵の殻(Merrifield, M. P.: *Bolognese Manuscript*, note194, p.482; *White pigments*, p. clii, op. cit. (ref. 17); Thompson, D. V.: "The Materials and Techniques of Medieval Painting", pp.184-189 (1956), Dover, New York)が記述されており、このことから、あまり原料を限定せずにさまざまな白っぽい粉がレーキの担体として使用されていたようである。
- [33] Kühn, H.: 4. Lead-Tin Yellow, "Artists' Pigment, A Handbook of their History and Characteristics", vol. 2, Roy, A. (ed.), pp.85-89, 110 (1993), Oxford University Press, New York.

- [34] Fitzhugh, E. W.: 2. Orpiment and Realgar, "Artists' Pigment, A Handbook of their History and Characteristics", vol. 3, Fitzhugh, E. W. (ed.), pp.72, 73 (1997), Oxford University Press, New York.
- [35] Penny, N., Roy, A., Spring, M.: Veronese's Painting in the National Gallery, Note and References 33, *National Gallery Technical Bulletin*, 17, p.53 (1996).
- [36] Kühn, H.: 6. Verdigris and Copper Resinate, *op. cit.* (ref. 33), pp.131-156.
- [37] インプリミトゥーラ (*imprimitura*) とは、石膏地や白亜地の上におかれた主に乾性油をメディウムとする色がついた層のことを指し、地塗り層の吸収性の調整をするためや絵画の色調を作り出すことを目的としている。「インプリミトゥーラ」と「2層目の地塗り」の区別は文献や執筆者によって異なるようである。primingという言葉がインプリミトゥーラを指すときもある (ref. 16の [注1] 参照)。
- [38] Dunkerton, J., Spring, M.: The Development of painting on coloured surfaces in sixteenth-century Italy, "Painting technique: History, Materials and Studio Practice, IIC Contributions to Dublin Congress 1998, pp.120-130 (1998).
- [39] ref. 17参照。
- [40] このほかに地塗り層に混合されたのは鉛錫黄や鉛丹。
- [41] P. Veronese, *The Adoration of the Kings* (1573) と J. Bassano, After, *The Departure of Abraham* (late 16th century) は、炭酸カルシウム白の白い地塗りであった。
- [42] Studies in Conservation and Connoisseurships: Problematic Paintings by Manfredi, Saraceni and Guercino, *Dayton Art Institute Bulletin* 34 (no.1), pp.25, 29, (1975).
- [43] Duval, A. R.: Les Preparations Colorees des Tableaux de L'ecole Francaise des Dix-septieme et Dix-huitieme Siecles, *Studies in Conservation* 37, pp.239-258 (1992).
- [44] Berrie, B. H., Matthew, L. C.: Material Innovation and Artistic Invention: New Materials and New Colors in Renaissance Venetian Paintings, "(Sackler NAS Colloquium) Scientific Examination of Art: Modern Techniques in Conservation and Analysis, Proceedings of National Academy of Science", pp.12-26 (2005).
- [45] Berrie, B. H., Matthew, L. C.: Venetian "Colore": artists at the Intersection of Technology and History, "Bellini, Giorgione, Titian and the Renaissance of Venetian Painting", pp.301-309 (2006), Yale University press, New Haven.
- [46] たとえば Veronese 作品の分析例。Penny, N., Spring, M., *op. cit.* (ref. 27), pp.4-29.
- [47] Nerger, S., Seccaroni, C., Moioli, P.: L'altarelo bifronte del Parmigianino nella Galleria Doria Pamphili, *Kermes* 16 (51), pp.68-70 (2003).
- [48] Bandini, F., Danti, C., Lanfranchi, M. R.: Restoration of the Parmigianino frescoes with stories of Diana and Actheon in the Castle of Fontanellato, "12th Triennial meeting, Lyon, 29 August - 3 September 1999, Preprints, ICOM Committee for Conservation", vol. 2, p.458 (1999, Lyon).
- [49] Dunkerton, J., Spring, *op. cit.* (ref. 38), pp.128, 130.
- [50] E. Martin: Some Improvements in Techniques of Analysis of Paint Media, *Studies in Conservation*, 22, pp.63-67 (1977).

Venus and Cupid (16th, oil on canvas, 104 x 62 cm, inv. P. 1962-3), attributed to Alessandro Bedoli Mazzola, was examined using X-ray radiography, IR-photography, microscopes, SEM-EDX, FT-IR and staining tests in order to diagnose the painting materials and methods. The X-ray radiographs showed that there were few changes in the work from the underdrawings except for the basket's right handle.

Cross-sections of the samples revealed that the work has a grayish ground comprised of lead white, calcium carbonate white, charcoal black and a small amount of earth pigments. The layer of calcium carbonate white in this painting contains numerous dolomite and silicate particles, which would indicate that the origin of this pigment was dolomitic limestone. There are few 16th Italian paintings that have colored ground containing calcium carbonate white. Powdered dolomitic limestone was also employed as a substrate for the yellow lake pigments.

The majority of the composition is made up of only a single paint layer over the ground, with the exception of the areas of green grass that consist of more than two paint layers containing verdigris (copper acetate) and lead white. The colors used in this work seem to consist of a rather limited numbers of pigments, such as lead white, azurite, red lake, yellow lake, minimum, hard red crystalline haematite, earth pigments and verdigris. These characteristics are distinct from the Venetian school techniques of the same period: Venetians often applied several layers of transparent glaze and used brilliant colors such as lead-tin yellow, orpiment and realgar. The result of this study did not show any of the materials that were peculiar to Parmigianino, who must have influenced A. Bedoli. Smalt and lead-tin yellow, which Parmigianino frequently used in his paintings, were not used in this painting, and hard red crystalline haematite, which was used in this painting but was infrequently used in oil paintings, has not been found in any examined Parmigianino paintings.