

# 歴史的インクとその問題点

## Historical Ink and its Problem

---

高 梨 光 正

TAKANASHI Mitsumasa

In this short article will be argued a general history of the so-called iron-gall ink and its reproduction after an historical recipe and a report of some simple experiments of its discoloration.

The recipe of real iron-gall ink was mentioned, as far as known, by Albertus Magnus, in his *De mineralibus*, lib.V, cap.III, "*De natura et substantia atramentorum*", but lacked a mixing ratio of each material. In XV century, great Italian mathematician Gerolamo Cardano refers a precise method and recipe of iron-gall ink. According to Cardano, a ratio of gallnuts and some bark of melegrene: vitriol: arabic gum: water is a 3 : 2 : 1 : 5 ratio.

After a historical research of recipes in iron-gall ink as above, we tried to reproduce the ink following Friedrich Adolph Ebert's description of a recipe transcribed from a German manuscript written in 1412, introduced in his *Zur Handschriftkunde* (Bd.I, Leipzig, 1825, p.24). Although an incomprehensible word '*vitalo*' is found in it, the word '*vitalo*' is undoubtedly mistranscription of a word '*vitrolo*' (acc. of *vitriolum*) for many reasons. Then we made the ink as follows. A ratio of gallnuts: vitriol: Arabic gum: distilled water as 2:1:1:40, that is practically, gall nuts 10g, vitriol 5g, arabic gum 5g, distilled water 200cc, and 5cc of alcohol added. The acidity of the ink made as above comes approximately 3,5 pH, that reveals relatively less weak, in spite of double quantity of water as Cardano's recipe, in which were dissolved materials. It revealed that the ink made as above was real and normal blue-black ink, and that iron-gall ink was not a sepia coloured one in its origin not as observed on many historical documents.

After an acidity analysis, followed some experiments and observation of its discolouring. In consequence, no change of colour was brought by 24 hours irradiation on UV (10.4mW/cm<sup>2</sup>), but its discolouration rather proceeded autonomically without any irradiation of lights, which was evidenced some browned points of written letters with the ink, preserved in a dark corner.

In conclusion, the iron-gall ink with blue-black colour has a relatively strong acidity in its origin, and its discolouration to sepia-brown colour would possibly make further progress caused by its chemical composition by itself than secondary effects as UV or natural ray. For the conservation of such paper documents with iron-gall ink, a container made of the acid free paper with which oxygen absorber is furnished, would be possibly effective.

キーワード：没食子インク、処方、紫外線劣化、iron-gall ink、discolour of ink, conservation of historical documents

## はじめに

15世紀から19世紀前半にかけての西洋の素描の歴史を考察するとき、今日では様式的な解析だけではなく、様々な分析により、複雑な西洋素描の技法や材料が明らかにされてきている。「様々な分析」と書いたのは、むろん人間の目視による判断ではそれらの技法や材料を明確に認識することができないからである。銀尖筆と鉛尖筆、錫尖筆の判別は、赤外線撮影により、よりはっきりとする。一方で、湿性技法の最も中心的な素描材料である「濃褐色」の液体は、15世紀前半までは煤にアラビアゴムを混合したビストロ（伊 *bistro*、英語ではビスタ *bistre*）が用いられるが、その後はいわゆるインクが一般的となる。現在どちらもほぼ同様の濃褐色を示すこれらふたつの液体は、そもそも組成が大きく異なる。前者のビストロは煤とアラビアゴムを水で溶いた液体で、当初から弱アルカリ性のため、紙に対する劣化特性はない。それに対しいわゆるインクは、その酸性度の強さから紙を著しく劣化させるため、美術館の素描室ばかりか、図書館や文書館などでも、その保存上の対処が大きな問題となっている。

本稿では、インクの歴史的な背景を概観した上で、実際に筆者が行った没食子インクの再現実験を通して見えてきた様々な問題点をまとめておきたい。

## 1 インクの歴史

今日日本語でも一般的になっている「インク」は、英語の *ink* が慣用的に外来語として用いられているが、英語の *ink* の語源はイタリア語のインキオストロ *inchiostro* から来ている。さらに、このイタリア語のインキオストロ *inchiostro* はラテン語のエンカウストルム *encaustum*（燃やしたもの）から派生している。一方で、ラテン語にはインクに該当する筆記用の顔料をさす言葉としてアトラメントウム *atramentum* という言葉がある。

古代ローマ時代アトラメントウム *atramentum* という言葉が意味していた物質は何かを知るには、何をおいても大プリニウスに依拠するのが良い。大プリニウスによれば、アトラメントウム *atramentum* の材料として主に七つ挙げている。まず塩田あるいは硫黄鉱の近くに見つかる黒色の物質。おそらくこれは何らかの金属の塩化化合物もしくは硫化化合物と思われる。次に、廃墟と化した墓地に見つかる炭化した物質。おそらく炭化した骨片と思われる。しかし「これらはあまり気持ちのよいものではない」ので、一般的には次のものが用いられていたという。まず、樹脂もしくは松脂を燃やした際に出る煤、また松の木を燃やしたときに出る煤、葡萄酒樽の底に溜まる澱（酒石酸の結晶）、さらに象牙を燃やしたもの、そしてインディゴ染料を挙げている<sup>[1]</sup>。それとは別にウィトルウィウスはぶどうの蔓を燃やして作る炭も材料として紹介しているが、これは15世紀はじめのチェンニーノ・チェンニーニにも引き継がれている<sup>[2]</sup>。

しかしここで注意しておかなければならないのは、上記の古代の筆記用「インク」は、どれも黒色で、主に炭を基本材料としている点である。この点では、いわゆるイタリア語のインキオストロ *inchiostro* の語源となったラテン語のエンカウストルム *encaustum*（燃やしたもの）は、基本的に炭系顔料を指していたことが分かる。

では没食子インクに関する記述はどこまでさかのぼることができようか。まず古代末の5世紀の哲学者マルティアヌス・ミンネウス・フェリックス・カペッラの『文献学とメルクリウスの結婚 *De nuptiis Philologiae et Mercurii*』第三巻にわずかな記述を確かめることができる<sup>[3]</sup>。カペッラは「灰をすりつぶしたのもやिकासミを精製したりした黒色の粉末に、形を整えた葦ペンを浸す。・・・さらにそこに蠟を塗ったブナの板と、没食子と [アラビア] ゴムを混合すると、糊で貼り合わせたパピルスに文字を記すことができる」と記述している<sup>[4]</sup>。ただここでは炭素系もしくはिकासミの黒の粉末に単に没食子 *galla* とゴムを混合すると記されている。やはり黒色の顔料を意図しているように思われる。

最も具体的な処方記録しているのは、やはりテオフィルスである。おそらく11世紀前半に活躍したドイツ人修道士テオフィルスが記した『さまざまな技法について *De diversis artibus*』には、明確なインクの処方が記述されている<sup>[5]</sup>。しかしここで記述される処方は、いわゆる没食子によるインクの製法ではなく、サンザシ *lignum spinorum* の樹皮を煮出してタンニン液を濃縮精製し、そこにワインと緑礬、さらには鉄分を加えて、黒色のインクを作るというものである。本質的に、タンニン、鉄、硫酸イオンの化学変化によるインクの製法としては疑いの余地はないが、このサンザシの樹皮が没食子にいつ頃取って代わられたかについては、管見の限り、明確に指摘することはできない。

そこで、次にフリードリヒ・アドルフ・エーベルトが紹介する15世紀のインクの処方を見ておきたい。エーベルトは1825年刊の『写本研究 *Zur Handschriftenkunde*』で、当時ドレスデン王立図書館に所蔵されていた、ある修道院で1412年に制作された紙写本に記されている没食子インクの処方を転記している。そこには次のように記されている。

#### 良質のインクの作り方

没食子を取り、それを細かな粉に粉碎し、それを雨水もしくはビールを注ぐ。そこにあなたの判断で良いと思われる分量の *vitalo* を混ぜる。それを数日間そのまま放置する。それを布で漉すと、良いインクが出来上がる。もしお望みならば、適量のアラビアゴムを入れ、インクがぬるく温まる程度になるまで火にかける。すると良い消えないインクができ、それを使うとあらゆるものに字を書くことができる<sup>[6]</sup>。

ここでひとつ検証しなければならないことがある。上記翻訳中で訳出しなかった *vitalo* という語である。この言葉にかんしては、現在最も詳しいラテン語辞書にも、また中世ラテン語の辞書にも見当たらない。一方で、この処方中でこの *vitalo* の意味するところが明確にならなければ再現実験を行うことができない。そこで次に上記処方の原理を検証してみたい。

## 2 没食子インクの起源

さて、炭素系成分を基本とした黒色顔料とは異なる、化学反応による有色液体に関して、プリニ

ウスがやはり伝えている。それは「靴屋の染料」の製法である<sup>[7]</sup>。これは、カルカントン（ラテン語ではカルカントウム *chalcantum*）と呼ばれる、おそらく硫酸銅の結晶と、それを水で溶解し皮革に塗布した場合の黒変現象、すなわちタンニンと硫酸銅の反応による染色方法を紹介している。一方、没食子の変色に関して、プリニウスは火山性の土地、とくにエジプトのナイル川流域で産出される液体の明礬類の説明の中で、パラフォロンと呼ばれる「色の薄いざらざらした明礬は没食子と混ぜると変色する」という記述を残しているが、中世以降のインクの製法と直接結びつく記述とはなっていない<sup>[8]</sup>。

さて、没食子 *galla* と礬類を混合することで化学的に染料を作る方法の起源は不明ながら、それを一般的なインクの製法として処方を確認し、一般化に大きな影響を与えたのは、やはりドイツの神学者アルベルトゥス・マグヌス（1193 頃 -1280）であろうと思われる。ドメニコ会の修道士で、アリストテレス主義者で、かつ錬金術にも詳しくアルベルトゥス・マグヌスは様々な薬剤や鉱物の研究も残している。その中の『鉱物について *De mineralibus*』第五巻第三章「顔料の性質と材料について *De natura et substantia atramentorum*」で次のように述べている。硫酸塩を基体とする有色結晶には様々な種類があるとし、白、赤、黄、緑、そして黒に近い暗色などがある中で、「緑でもヴィトレオールム *vitreolum* と呼ばれるものがあり、これはインク *incaustum* に用いられるもので、黄色よりも固い結晶で、粒も大きい。そしてこれは黒色のインク *atramentum* を作るのに有効である」<sup>[9]</sup>。これは非常に重要な言説である。

このヴィトレオールム *vitreolum* が何を指すかについて、アルベルトゥス・マグヌスはそこに銅が含まれていることを示唆しているが、色が緑であることが明示されていることから、硫酸鉄 (II) の結晶、すなわち硫酸鉄 (II)・7水和物、つまり緑礬の可能性が高い<sup>[10]</sup>。しかも緑礬は酸化すると黄変し、細粒化することが知られる。ただし、厳密な化学組成がおそらく識別されていたかたせいであろう、1636年のベルナルド・チェージオの『鉱物学、すなわち自然学用語辞典 *Mineralogia sive Naturalis philosophiae thesauri*』を見ても、先に引用したプリニウスの「靴屋の染料」に用いられていた「青色」のカルカントン、すなわち硫酸銅・5水和物の結晶と、緑色のヴェトリオーロ、すなわち緑礬（硫酸鉄 (II)・7水和物）との名称の混合が見られることを指摘し、どちらも名称の異なる同じ物質として扱っている<sup>[11]</sup>。ただし、チェージオは古代のものとは違う「当世」のインクの製法として、次のような処方を紹介している。

我々の時代ではインクは薬学的処方異なる作り方がされる。なかでもとりわけ一般的なものは、没食子と緑礬とアラビアゴムとワインを混ぜて作る方法である。

ヴィトリオールム 4分の1 オンス、2分の1 オンスのアラビアゴム、  
没食子 1 個、そこに 8 オンスのファレルノ・ワインを加えるべし<sup>[12]</sup>

ここで「ファレルノ・ワイン」とあるのは、古代から有名なカンパーニア地方のワインで、むしろ最初に紹介したエーベルトの紹介する処方にある雨水と同様カルシウム分を含まない水分である

ことに加え、若干のアルコール、さらには緑礬と反応するタンニン（赤ワインの場合）を含んでいることから、当時としては決して珍しいことではない。

さらに、チェージオが参照しているもう一時代古い文献を確認しておきたい。十六世紀の偉大な数学者ジローラモ・カルダーノが『明快さについて *De subtilitate*』のなかで紹介している処方である。

一般的な黒のインクは次のように生成される。粉碎したばかりの没食子 1 リブラ、アラビアゴムと光沢のあるザクロの樹皮をそれぞれ半リブラとり、それを 8 リブラの水に 8 日間浸す。それを火にかけて沸騰させ水分が 3 分の 1 になったら、火から下ろし、細かく粉碎したカルカントウムを 1 リブラ加え、冷ます。10 日後、目の細かい亜麻布で漉してから使う<sup>[13]</sup>。

ここでもカルダーノはカルカントウムという語を用いている。これを硫酸銅・5水和物の結晶と読むべきか、硫酸鉄(II)・7水和物の結晶と読むべきかは、非常に難しい。しかしここではチェージにしたがって、緑礬の異なる名称をカルダーノも用いているものと仮定して理解することにしたい。この点に関しては、古い素描や文書に使われているインクそのものから銅の反応が得られるかどうかの調査を待たねばならない。また、カルダーノの処方に「ザクロの樹皮」が含まれている点は、前述のテオフィルスの方の残照である可能性が高い。

さて、ここで今一度エーベルトの方方に登場した *vitalo* という語の検討に戻ろう。結論から言うと、これは写本そのものの筆記の際か、もしくは書き起こしの転記の際に *vitriolo* が誤って *vitalo* と筆写されたものと、ほぼ判断される。つまり、没食子に添加される物質はヴィトリオールムすなわち緑礬と読むべきものと考えられる。とはいえ、処方を筆写した修道士が *vitriolum* という物質の綴りを知らなかったとは考えにくく、むしろ当時の書体の判読の難しさから生じた書き起こしの際の誤りの可能性が高いのではないか。特にアルプスの北側の修道院で用いられていた書体が、後の時代の人にとっては非常に判読が難しく、それにより綴りの間違いや独断的な解釈が加えられ別の語に置き換えられたことは、十六世紀以降、写本からの書き起こしによる古典の活版印刷による書籍化の際にも頻繁に見られる現象である。こうした際の誤りが、その後の研究や古典理解の、誤解も含めた、様々な歴史現象を生じさせてきたことはよく知られた事実であり、それを今日完全に解明することはほぼ不可能な状況になっている<sup>[14]</sup>。

### 3 1412 年の処方に従ったインクの再現

そこで、再度前述したインクの処方を検証してみたい。繰り返しになるが、ここで再度、エーベルトが紹介する 1412 年の修道院文書に記されていた処方を引用したい。

### 良質のインクの作り方

没食子を取り、それを細かな粉に粉碎し、それを雨水もしくはビールを注ぐ。そこにあなたの判断で良いと思われる分量の緑礬 vitriolum を混ぜる。それを数日間そのまま放置する。それを布で漉すと、良いインクが出来上がる。もしお望みならば、適量のアラビアゴムを入れ、インクがぬるく温まる程度になるまで火にかける。すると良い消えないインクができ、それを使うとあらゆるものに字を書くことができる<sup>[15]</sup>。

前節で引用したカルダーノは、没食子、緑礬、アラビアゴム、水（ワイン）に加え、ザクロの樹皮を加える処方方を記述していたが、再現に当たっては、ごく基本的な処方方に従い、没食子、緑礬、アラビアゴム、水（精製水）のみを用いて再現することとした。1412年の処方ではそれぞれの材料の分量が記述されていないため、カルダーノの混合比率、つまり没食子とザクロの樹皮：緑礬：アラビアゴム：水は3：2：1：16（重量比）を基本としながらも、限られた材料による実験と計量の単純化のため、ザクロの樹皮分の重量を除き、水をおよそ2倍の分量に増やした。200ccのインクを実験的に作るに際しては、2：1：1：40、すなわち、没食子約10g、緑礬5g、アラビアゴム5g、水を200cc、そして5ccの消毒用アルコールをワインに含まれるアルコール分の代用として加え、実験を行った<sup>[16]</sup>。

まず没食子をブロンズ製乳鉢で粉碎した後、薬瓶に入れ、精製水を200cc注いで攪拌する。この時点では薄い黄褐色の液体が出来上がる。そこに所定の緑礬を加えると、瞬時に液体は黒変するが、さらに攪拌すると、濃紺色の液体ができあがった。そこにアラビアゴムを加え、ゴムが溶解する程度に温め、それを冷却して完成となる（図1、2）。



図1 没食子



図2 完成した没食子インク

さて、この液体を2週間ほど冷蔵庫にて保管した後、その酸性度を簡易な酸度計で計測すると、pH3.0~3.5という比較的強い酸性を示した<sup>[17]</sup>。これは、濃褐色のビストロ液が示したpH7.0という数値と比べると、遥かに酸性度が強い。材料に用いられる緑礬が、鉄の硫酸化合物であることを鑑みると当然の結果である。また今回の処方では水の分量を歴史的比率の2倍加えていることを考慮に入れると、濃縮されたインクではさらに強い酸性度を示すことが想定される。またその色は、すでに述べたように濃紺黒色である。この液体で紙に文字を記すと、当初は薄い青色であるが、1

～2分で濃紺黒色に変化した(図3)。まさに、今日、万年筆用インクとして用いられるブルーブラックインクそのものである。

そこで、今日市販されている2液式インク消しに対する今回のインクの反応を、紙に記したインクの文字で確かめたところ、やはりタンニン=鉄インク特有の反応として、インク色の消滅が確認された(図4)。そこで次に、没食子インクの変色劣化について検証しておきたい。



図3 再現したインクと羽ペンで筆者が記した文字  
(2014年5月1日)



図4 市販インク消しによるインクの脱色痕  
(LION Ink Eraser No.100を使用)

#### 4 結論 没食子インクの変色と劣化

3章で再現した没食子インクが pH3~3.5 という比較的強い酸性度を示したことは、歴史的にこのインクによる紙の劣化を招く要因として指摘されてきたことを裏付けるものである<sup>[18]</sup>。一方で、今日我々が目にする「セピア色」、すなわち濃褐色のインクが、当初は濃紺黒色であったことも明らかにしてくれた(図5)。そこで今度は、この没食子インクがどの程度の時間的経過で変色するかを検証したい。

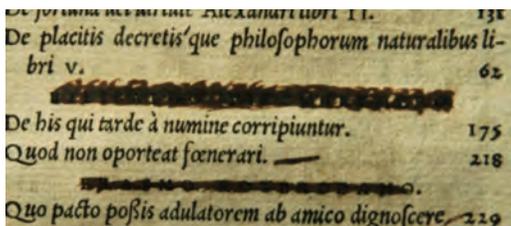


図5 筆者所蔵の Plutarchus, *Opuscula moralia*, Lugduni, 1549の目次部分で翻訳者名  
"Bilibaldo Pirckheymer"の名前をインクで消した部分

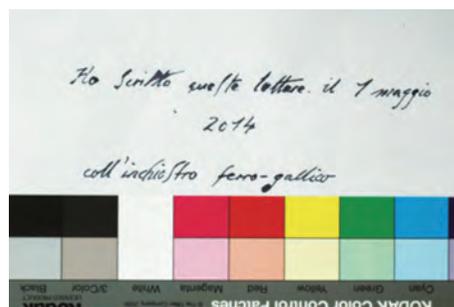


図6 図3のインクの8日後の状態  
(2014年5月9日)

図6に、紙に記して1週間程度のインクの色を示したが、特に褐色への変化は見られない。しかし5ヶ月ほど経過した段階で、徐々に褐変の痕跡が確認され始めた(図7)。そこで、この変色現象に紫外線がどの程度の影響を与えるかを検証してみた。10.4mW/cm<sup>2</sup>の紫外線ライトを24時間照射した後、色がどの程度変化するかを実験した<sup>[19]</sup>。すると、結果として、ほとんど直接的な

変化を生じさせないことが判明した(図8)。この事実は、それほど紫外線の影響を受けることのない書籍の中に記されたインクの褐変の解明に大きな手がかりとなる。つまり、没食子インクの褐変は、光による劣化変色ではなく、別のより本質的な要因、つまりタンニン=鉄の化学変化を引き起こす酸素がより深く関係しているのではないかと考えられる。上記のような簡易かつ稚拙な実験の結果として、以下のような仮説を立てるにいたった。すなわち、インクがそれ自体で化学反応として生じさせる色は、酸素との反応が進行するに従いその色を自律的かつ継続的に最終的に褐色にいたるまで変化し続け、同時にその酸化作用そのものが、当初のインクの強い酸性度に加え、紙のセルロースそのものの劣化の直接的な原因ではないか、というものである。この仮説は、16世紀はじめの書籍に見られる没食子インクによる書き込みのうち、表紙部分の劣化が著しいのに対し、書籍の中央部では紙そのものの劣化速度が遅い、もしくは損傷の程度が軽いことを説明する(図9、10、11)。

残念ながら、精密な分析機器や設備のない状態での稚拙な実験とならざるを得なかった点は大いに反省すべきところではあるが、現象としてこれまで西洋美術史研究の中で取り扱ってきた素描の保存上の問題と、書籍類に見られる場所による劣化程度の違いを説明する仮説としては、今後の研究にとって大きな参考となった。すなわち、18世紀以前の塩酸処理パルプ液を使用する以前の紙本作品のインクによるセルロースの劣化が単に光によるものではなく、空気中の酸素が影響しているならば、脱酸素保管法はひとつの方法として有効かもしれないということを示唆する。数年前に調査を担当していた日本の国内にある西洋素描コレクションの保存のために、経験からの発想で、タキヤ株式会社とともに開発した酸素吸着剤入り中性紙製素描保管箱の試みも、あながち見当はずれではなかったと思われる<sup>[20]</sup>(図12)。ただし、今回のインク変色と紙の劣化に関する実験は、紙そのものの自己劣化、すなわち酸性紙とタンニン=鉄インクの組み合わせを念頭に入れてはいない。今後も保存修復上の視点から、この問題を継続的に検討してゆきたい。

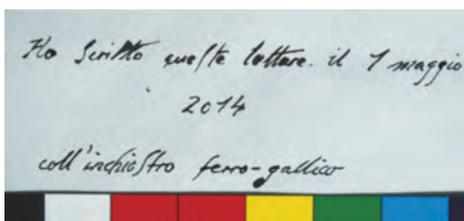


図7 図3で示したインクを2014年10月25日に撮影したもの



図8 鉛筆による円内に紫外線を24時間直接照射した(2014年10月23～24日)。

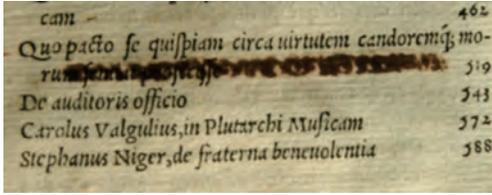


図9 図5に示した紙葉の裏。

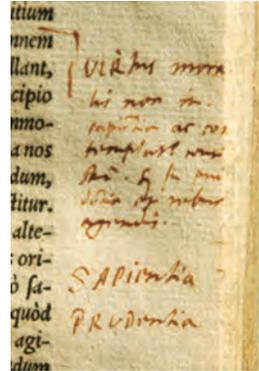


図10 Plutarchus, *Opuscula moralia*, Lugduni, 1549, p.89の書き込み

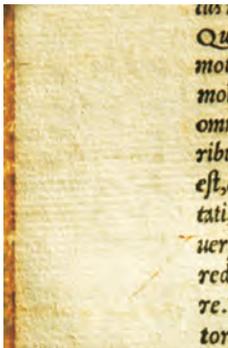


図11 Plutarchus, *Opuscula moralia*, Lugduni, 1549, p.90の図9で示した書き込みの裏



図12 筆者がタキヤ株式会社と開発した酸素吸着剤を備えた中性紙製素描保管箱

- [1] C. Plinius Major, *Naturalis historia*, XXXV, 41, 149.
- [2] Vitruvius, *De re aedificatoria*, 7, 10[邦訳: ウィトルウィウス『建築論』7、10]; C. Cennini, *Libro dell'arte*, cap.37.[邦訳: チェンニーノ・チェンニーニ『絵画術の書』辻茂編訳、岩波書店、1991年、23-24頁。]
- [3] Martianus Minneus Felix Capella, *De nuptiis Philologiae et Mercurii*, III, 224-225.
- [4] *ibid.*, "nigello quodam pulvere, qui ex favilla confectus vel sepia putaretur, illato per cannulas eadem resanari. ...et cera fago illita, et gallam gummeosque commixtio, et Niloticae fruticis collemata notabantur".
- [5] *Theophili, qui et rugerus, presbyteri et monachi, libri III, de diversis artibus, opera et studio* R. Henfrie, Londini 1847, pp.48-49, cap. XL. [邦訳: テオフィルス『さまざまの技法について』森洋訳編、中央公論美術出版、1996年、77-78頁。]
- [6] Friedrich Adolph Ebert, *Zur Handschriftkunde*, Bd.I, Leipzig, 1825, p.24, "Ad faciendum bonum incaustum. Recipe gallas et contere minute in pulverem, funde desuper aquam pluvialem vel cerevisiam tenentem, et impone de vitalo, quantum sufficit iuxta existimationem tuam, et permitte sic stare per aliquot dies, et tunc cola per pannum, et erit incaustus bonus. Et si vis, tunc impone modicum de gummi arabico, et calefac modium circa ignem, ut solus incaustus tepidus fiat, et erit incaustus bonus et indelebilis, super quocunque cum eo scribes".
- [7] Plinius, NH, XXXIV, 32, 123; Plinio, *Storia naturale*, G.Rosati (ed), Torino, 1988, vol.V, p.249, n.4.
- [8] Plinius, NH, XXXV, 52, 184-185.
- [9] Albertus Magnus, *De Mineralibus*, in *Beati Alberti Magni, Ratisbonensis Episcopi, ordinis praedicatorum Lib.V, operum tomus secundus*, Lugduni, 1651, pp.269-270, cap.III.
- [10] Albertus Magnus, *op.cit.*, p.270
- [11] B. Caesius, *Mineralogia sive Naturalis philosophiae thesauri*, Lugduni apud Iacobi & Petri Prost, 1636, p.244, lib.II, cap.IV, Sect. XV, Quaest.IV, 23-24.
- [12] Caesius, *op.cit.*, p.243.
- [13] *Hieronymi Cardani medici mediolanensis De subtilitate*, Lugduni apud Gulielmum Rovillum, 1551, p.367. ここで使われている重量の単位リブラ libra は 12 オンチャ oncia、すなわち現在のメートル法度量衡単位に換算すると、1 オンチャはおよそ 30 グラム、したがって 1 リブラは 360 グラムとなる。そこで換算すると、没食子 360g、アラビアゴムとザクロの樹皮が 180g、そして水 2880cc、緑礬が 360g となる。つまり没食子とザクロの樹皮: 緑礬: アラビアゴム: 水は 3: 2: 1: 16、そして水分としては、煮詰めて最終的におよそ 960cc (3: 2: 1: 5) という計算になる。
- [14] 拙論、「大プリニウスの命日」『古代ローマ帝国の遺産』、展覧会カタログ (国立西洋美術館)、国立西洋美術館・東京新聞、2009年、163-171頁。
- [15] 註6を参照。
- [16] このインクの再現実験は、本学で筆者が担当した平成26年度西洋美術史特講で、受講学生の協力のもとで行なわれた。協力してくれた学生諸氏に心より感謝申し上げたい。
- [17] 酸性度を計測する際に使用したのは、株式会社アイシー、ICサーモ902という簡易土壌酸度計である。
- [18] cfr. Maurizio Copedé, *La carta e il suo degrade*, Firenze, 1991, pp.56-57.
- [19] 使用した紫外線ライトは OptoCode LED-41UV375F。使用した紫外線計は、日本シンテック株式会社製デジタル紫外線強度計 UV-340A。2014年10月23日11:00～10月24日11:00までの24時間、紙面に対する直接照射を行った。晴天時のガラス越しの直射日光が含む紫外線は約 1mW/cm<sup>2</sup>・h (2014年10月25日13時、快晴) であったことから、10.4mW/cm<sup>2</sup>・24h は、仮に直射日光にさらした場合の約 240時間分となる。
- [20] 前職の国立西洋美術館学芸課主任研究員時代に進めていた、旧松方コレクションに由来する16世紀から18世紀にかけての西洋素描の調査研究の過程で、紙そのものの劣化が著しい素描の劣化進行を遅らせるための工夫として、タキヤ株式会社砂原康成氏の協力のもと、酸素吸着剤インターセプトを備えた中性紙製保管箱を2010年に開発した。その効果そのものに対する検証を行うまでに至らないまま、現職へ異動したため、たとえ仮説であったとしても、今回、インクの変色とインクによる紙本劣化の原因を想定するに至ったことは、非常に喜ばしいことである。