

古代鍍金層の 微細構造の解析

金アマルガム法による鍍金層の特徴 銅や青銅の表面を金色に仕上げる技法である「ギルディング (gilding)」には、さまざまなテクニックがあるが、我が国の古代においてもっともよく知られているのが、水銀合金である金アマルガムを用いる「鍍金」である。そして、鍍金によって仕上げられた銅製品を「金銅」という。この技法は、最終的に加熱して過剰な水銀をとばす工程をとることから、特に“fire gilding”とも呼ばれる。金アマルガムを用いた鍍金の特徴が、表面に残る微細な金アマルガム粒子にあることを電子顕微鏡を用いたミクロな観察によって抽出し、さらにこの金アマルガム粒子を平坦にならす「へら磨き」によって光輝く鍍金層が得られることを明らかにしてきた。これによって、この金アマルガム粒子の遺存の確認と、残留した水銀の分析による検出が金アマルガム法による鍍金が行われた証左と位置づけることができるようになった。すなわち、表面のミクロな観察によって、鍍金技術解明の糸口がつかめることになる。図1に、鍍金層が大きさ数ミクロンの金アマルガム粒子の集合体によって構成されている状態を示しておく。

さて、鍍金に関して残されている問題はまだ多い。例えば、鍍金は複数回行われることがあるのか。また、鍍金表面の鏝（たがね）による線刻は、鍍金を行う前に施されるのか、など。最近では、オリジナルの鍍金層表面を傷つけずに鍍金層表面を覆ったさびを取り除くことができるようになったので、これら鍍金技法に関する疑問を少しずつ解いていくことが可能になってきた。

鍍金層と表面を覆うさび 出土した金銅装の銅製品のほとんどはさびで覆われている。このさびは、鍍金層下の本体の銅イオンが鍍金層を透して表面に移動したために生じたと考えられる。すなわち、金アマルガム粒子間の微細な空隙とともに、鍍金層に生じた微細クラックが、銅イオンの経路となる。この微細クラックは、本体自体がさびていく過程で生じる体積膨張によって生じるものと想定できる。鍍金層表面のさびは大別すると二層に分けられる。まず、表面直上を覆う酸化第一銅 (Cu_2O)。これは、堅くて緻密な赤い結晶で構成された薄い層として認められることが多い。さらに、この酸化第一銅を前駆現象として生じているのが塩基性炭酸銅 ($\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$)、いわゆる緑青さびである。このさびはかなり空隙率が高い。従って、金銅装を覆うさびを除去する際に、緑青さびはなんとか取り除けても、その下にある酸化第一銅の除去には困難を伴う場合が多い。また、鍍金層直下の銅自体が見事な酸化第一銅に変化している場合も多く認められる (図1)。

鍍金は重ねて行われるのか 金アマルガム法による鍍金層の厚さは、一般には10~15ミクロン程度である (図1)。しかし、この鍍金層が、一回の鍍金作業により構成されているのか興味がある。図2は、藤ノ木古墳から出土した歩揺付金具の表面鍍金層断面を電子プローブ微小部分分析法 (EPMA) によって分析した結果である。これにより、この鍍金は少なくとも二回行われた可能性があることがわかる。厚さも20ミクロン程度と少し厚い。これまで多くの鍍金層を観察してきたが、複数回の鍍金作業の痕跡を確認できた事例はこれが初めてである。藤ノ木古墳から出土した金銅装馬具の鍍金層の残りがよい理由の一つとして考えてよからう (P.41参照)。

図1 長崎県笹塚古墳出土金銅装馬具の鍍金層 (走査型電子顕微鏡観察)

図2 藤ノ木古墳出土歩揺付金具の鍍金層中の金分布 (EPMA分析)

文様はいつ彫られるのか 金銅装の銅板の表面にはさまざまな文様が鑿（たがね）によって彫られている場合が多い。先に見てきたように、鍍金作業は、大きさ数ミクロンの金アマルガム粒子の集合体によって銅板の清浄な表面を覆う行為であるから、前もって鑿によって銅板にシャープな線刻を施しても、微細な金アマルガム粒子によってこの線刻が埋められてしまう懸念がある。従って、古代の工人たちはさまざまな工夫を凝らすことになる。図3(a)は、5世紀代に製作されたとみられる大阪府七観古墳出土の金銅装帯金具の実体顕微鏡による観察である。かなりきれいな表面をしているが、所々に研磨傷が認められる。電子顕微鏡によって、この溝の中に金アマルガム粒子の存在が認められることから、この帯金具が金アマルガム法による鍍金で仕上げられていることがわかる。この帯金具で注目すべきは、表面に残るポンチでたたいたような円形の凹みである。これは石目鑿の痕跡である。この部分を電子顕微鏡で観察すると(図3(b))、この鑿でつけられた凹みの部分まで表面の研磨傷がそのまま残っていることがわかる。すなわち、最終の「へら磨き」も含めた金アマルガム法による鍍金作業の全工程を終えた後に、石目鑿が打たれたのである。

次に、別の事例も観察してみよう。図4(a)は、同じく5世紀代、京都府穀塚古墳出土の金銅製帯金具の実体顕微鏡観察である。このレベルの観察でも鑿の線刻の溝に金アマルガム粒子の集合体が認められる。さらに、電子顕微鏡によるミクロな観察(図4(b))から、鑿による線刻が終わった後に鍍金が行われ、最終的に「へら磨

き」が行われていることがわかる。この「へら磨き」の作業が雑であり、鑿によって彫り込まれた溝の底に溜まった金アマルガム粒子は、平らにならされることもなく温存されている。従って、全体にシャープさに欠ける印象を与えることになる。

今後の鍍金研究について わが国の古代において、時の権力者は黄金に強い憧憬を抱きながらも、本当の金を手に入れることは希であったようである。その代用として、多用されたのが「金銅」である。古墳時代の遺物を中心に、この金銅を作り出す鍍金技術の基本的な部分については、これまでの研究でかなり明らかにすることができた。しかし、もともとオリジナルには中国や朝鮮半島からもたらされた技術も次第にわが国に自前の技術として定着していくことになるが、その技術的な推移などに関してはまだ解明されていないことも多い。例えば、飛鳥藤原京域から出土する金銅製品の鍍金層の残りがそれに先行する古墳時代のものより相対的に悪いことなど、その一例であろう。今後は、工人集団の具体的な解明など、時代性、地域性を考慮した技術レベルの差を鍍金層研究の中で論じていければと考えている。

(村上 隆／藤原調査部)

参考文献

- 村上隆「古代黄金憧憬を支えた金工技術」『黄金に魅せられた倭人たち』(1996) 島根県八雲立つ風土記の丘資料館
村上隆「5世紀に作られた帯金具の製作技術を探る－金銅装技法を中心に－」『王者の武装』(1997) 京都大学総合博物館
村上隆「飛鳥藤原地域で出土した銅・青銅・金銅製品」『奈良国立文化財研究所年報1996』(1997) 奈良国立文化財研究所

(a) 表面鍍金層の実体顕微鏡観察 (b) 表面鍍金層の走査型電子顕微鏡観察

図3 大阪府七観古墳出土帯金具

(a) 表面鍍金層の実体顕微鏡観察 (b) 表面鍍金層の走査型電子顕微鏡観察

図4 京都府穀塚古墳出土帯金具