

[制作記録]

“湯床吹き技法”による金属材料の可能性(二)

Possibility of Metal Materials by the “Yudoko Metal Melting Technique”(2)

藪内公美

YABUUCHI Kumi

1. はじめに

本制作記録は、『金沢美術工芸大学紀要第58号』に掲載された「[制作記録] “湯床吹き技法”による金属材料の可能性」に引き続き、湯床吹き技法によって得られた金属素材についての実験及び検証を記述するものである。本研究の目的は、湯床吹き技法を用いて、金属工芸における造形表現を追求すると共に、鍛金技法に有用な金属素材を探ることにある。

2. 銅とアルミニウムによる合金

前回の制作記録では、第1回目の実験として、銅：アルミニウム＝8：2の割合で湯床吹きを行ったものを記述した。その結果は、手でも割ることができる脆く硬い質感の合金であり、とても鍛金技法で用いることができる代物ではなかった【図1～3】。実験2、実験3では、実験1の結果を踏まえて、アルミニウムの分量を減らしていく方向で検証を行うことにした。前回の実験と同様、設備には、炭・コークスを燃料とし、電動送風機を用いた簡易溶解炉を使用し、湯床も前回同様、お湯の温度63℃・量16ℓの中に帆布を使用した開け型を沈めた。また、金属材料も実験1と比較検討を行うため、板材の端材を使用し、総量1kgとなるよう実験を行った。実験2では、銅：アルミニウム＝9：1、銅900g：アルミニウム100gで行った【図4～5】。実験3では、銅：アルミニウム＝9.5：0.5、銅950g：アルミニウム50gで行った【図6】。

アルミニウムの分量を、8：2から9：1に変更した

だけで、明らかに地金に変化が見られた。まずは、その色である。前回の実験1では、アルミニウム色に近い銀白色になったのに対し、今回のアルミニウム1割以下の場合には、地金の色が真鍮色に近い黄金色となった。これは、大きな変化といえる。アルミニウム青銅が、金箔や金粉の代用品として用いられているという話を聞いたことがあるが、なるほど確かに美しい黄金色であることが分かった。金箔の代用に使用されるということは、もちろん薄く延ばせるだけの展延性があるという可能性を思い浮かべるが、今回の湯床吹きによる地金では、うまく平滑な塊にならなかったため、銅とアルミニウムによる打ち延ばしの検証は、湯床吹きによる地金製作の問題点を解決してから行うことになる。実験2、実験3では実験1のような脆くバラバラに崩れてしまうようなことは無く、ある程度の粘りがあるように期待できるのだが、大きな問題は湯床吹き技法との相性にあるといえる。今回行った2回の実験だけでは、明解な結論であるとは言えないが、湯床の温度と吹き温度、徐冷の温度に問題点があると考えられる。これまで行ってきた純銅による湯床吹きと今回の銅とアルミニウムの合金による湯床吹きとを比較した時、お湯の中に溶湯を流した後の金属に違いが見られる。純銅の場合には、溶湯を流した後、お湯の中でしばらく全体が透明な赤色をしており、溶けた金属が固まるまで少し時間があるように感じる。しかし、今回の銅とアルミニウムによる合金では、溶湯を流した直後から固まり始めているように見えた。溶湯の冷めるスピードが純銅よりも早く、そのため、流した形のまま上に積み重なっていくよ

うな形状の地金ができただのではないかと思われた。これは、お湯の温度に溶湯の温度がひばられて早く冷めてしまったのか、または、元の溶湯温度が、アルミニウムを投入し合金になった時点で下がったのかなどの原因が推測されるが、ともかく検討すべき点がいくつか見つかったといえる。

3. 四分一の検証

銅とアルミニウムによる合金の可能性を探るために、日本古来の伝統的な合金である四分一の検証を行ってみることにした。四分一は、銅と銀の合金で、その名の通り四分の一銀を配合した銅合金であるが、銅：銀=7.5：2.5の並四分一他に、白四分一4：6、上四分一6：4、並四分一内三分7：3、並四分一外三分7.7：2.3などの配合による四分一があり、それらは煮色着色による表面処理により、グレーの段階色を表現することができる。古くから工芸の中では、四分一を製作するために湯床吹き技法が用いられてきたと思われる。微妙な配合によるグレー色の段階があるため、少量の地金を、彫金師自ら手早く製作していたのではないかと考えられるからである。銅と銀は構造や、融点などの基本的性質が似ていることもあり、溶解や湯流しに関して、他の合金と比較すると容易であったことが想像される。

今回の湯床吹き技法による検証は、四分の一銀を配合した並四分一、銅：銀=7.5：2.5、銅750g：銀250gで行った。また、実験2、実験3と同様の設備で検証を行った。湯床吹きの結果としては、ガス抜けが良かったと考えられ、大きな巣や亀裂なども見られず、るつぼ内の溶湯ほぼ全てを湯床に流すこともでき、まずは成功したといえる【図7～9】。湯床吹きによる地金の生成に成功したところで、次の段階の検証に入ることにする。得られた合金の地金を、鍛金技法により打ち延ばすことが可能かどうかを検証するものである。

4. 打ち延ばしによる検証

銅と銀の総重量が1kg、湯床吹き後の四分一地金重量が990gである。ほぼ全ての金属を吹くことができた。できた地金の表面の状態は、開け型の上面(以後“表”と表記する)には、細かい気泡のような突起が見られる。開け型の底面(以後“裏”と表記する)には、中心部分に一か所ガス抜けによる直径5mm程度の穴が見られるが、その他、大きな問題点はないように思われる。およそ厚みが2cm程度の塊になっているものを打ち延ばしていく。

一寸の唐紙鎚(重さ約1kg)を用いて、アンビル(金床)の上で打ち延ばしていく。まずはじめに、インゴットの側面を唐紙鎚の刃打ちで鍛えて金属組織を締める。これを行っておかないと、平面を打ち延ばしていった時、広がろうとする力に外側の金属がついていけず、クッキーの縁が割れるように、金属の縁も割れてしまうことになる。打ち延ばしを行うと加工硬化によって金属が硬くなり、そのまま叩き続けると金属疲労を起こすため、焼鈍しを行う。合金は焼鈍し後、急冷すると硬化するため徐冷を行い、その後表面の酸化膜を除去するために酸洗いを行う。最初の数回はこれを繰り返していたが、途中から熱間鍛造に変更し、連続して打ち延ばしを行った。合金は硬いという性質があるため、冷間での打ち延ばしでは、なかなかインゴット状の金属塊を打ち延ばし金属を動かすのが大変であるということと、合金による金属の硬さが、冷間鍛造によって無理な力がかかることで割れを起こし易いということがいえ、熱間鍛造の方が合金の打ち延ばしに向いているのではないかと考えたのである。しかし結果は、ヒビや割れがいたるところに見え始め、これ以上は打ち延ばすことが難しいと判断した途中の段階で終了することになった【図10】。以下に鍛造による地金のサイズ変化を記載する。これは、図10の画像と対応している。

	サイズ (厚み t × 縦 × 横mm)
0	t 中心20mm (外側18mm) × 70mm × 100mm
1	t 中心17mm (外側16.5mm) × 73mm × 103mm
2	t 中心15mm (外側14.7mm) × 73mm × 105mm
3	t 中心17.7mm (外側13.6mm) × 80mm × 110mm
4	t 中心15.8mm (外側10mm) × 83mm × 110mm
5	t 中心11.7mm (外側10.8mm) × 95mm × 118mm
6	t 中心11.2mm (外側8.2mm) × 100mm × 130mm
7	t 中心9.2mm (外側6.2mm) × 120mm × 145mm
8	t 中心8mm (外側3.5mm) × 155mm × 190mm

今回の検証により、合金を打ち延ばすことを考えた時、考慮すべき点がいくつか挙げられる。まず、湯床吹きによるインゴット製作時には、開け型のサイズ調整が必要である。合金を地金とする場合には、打ち延ばし、板状に成形することが純銅などに比べると難しいといえるため、できるだけその問題を軽減するべく、厚みを薄く吹く必要があると考えられる。薄すぎると押し湯が効かなくなったり、溶湯の足りない部分が出てきたりということも考えられるが、ベストな開け型の開発が必要である。縁の割れの原因は、鍛造の力加減と合金の硬さとの兼ね合いだと考えられるが、中心部分に見られる亀裂は、インゴットの内部に気泡などによる空洞があったことが推測される。はじめ990gあった地金重量は、割れや削り、酸化膜等で、打ち延ばし終了時には965gであった。しかし、この結果は想定内のもので、むしろ、もっと多くの亀裂箇所を削ったり、切断したりして地金を縮小し、できるだけ割れを起こさないように排除していたならば、最初の重量の半分程度になっていたと考えられる。この結果を踏まえると、欲しい地金の大きさや量が決まっている場合には、湯床吹きの段階で、欲しい地金の倍程度の重量を地金として用意する必要があるということになる。正確な計算ができることではないが、結果を見越しての計画が必要となってくる。また、打ち延ばし後、酸化膜を除去した地金を見ると、図10におけ

る一番下・右側の画像表面の色からも分かる通り、銅色と銀色のマールになっていることが確認される。原因としていくつか考えられることを挙げると、焼鈍し時に表面に銀成分が浮き上がってきたということ、単に酸洗いで表面に銅成分が付着しただけ、それとも、よく見ると外側に銀色が多くみられるように思われるので、打ち延ばしの力加減によって銀分子が動き易く、中心から外側に向かって打ち延ばす動きに合わせて、銀成分が外側に多く集まってきたということがいえるのかなどの推測がされる。この点についても、さらなる検証が必要であると考える。合金の打ち延ばしには、焼鈍し温度（熱間鍛造の場合にも加熱温度）と鍛造力を適切に行い、延びと割れの兼ね合いを見極めることが求められる。

5. おわりに

微妙な金属の配合によって、できる合金の特性も大きく異なることがいえ、湯床吹き技法による合金の研究では、さらなる配合の検証が必要である。アルミニウムが多く配合された金属や、銅とアルミニウムに銀や金などの金属を合金してみるとどういった合金が得られるのかなど、期待も膨らむ。第2章、「銅とアルミニウムによる合金」の中でも問題点に触れているが、銅とアルミニウムによる合金を生成する方法として、湯床吹き技法が適切ではないという推測もされる。その結論が出たわけではないが、溶解したものを湯床ではなく熱した金型などに流す方が現実的なものかもしれないということが頭をよぎるだろう。しかし、湯床吹き技法に適さない合金の生成だということがたとえ分かっても、それは従来の金属工芸の概念、または産業的、工業的な面から見た結論であって、割れを起こす地金の配合や、湯床吹き技法では平滑にならない合金でも、それらの金属素材を造形の視点から見つめ直すことによって得られる新しい造形方法があるという可能性を常に秘めていることを忘れてはならない。

(やぶうち・くみ 工芸/金工)



【図1】表層
Cu : Al=8 : 2



【図2】中層
Cu : Al=8 : 2



【図3】破片
Cu : Al=8 : 2



【図4】表
Cu : Al=9 : 1



【図5】裏
Cu : Al=9 : 1



【図6】
Cu : Al=9.5 : 0.5



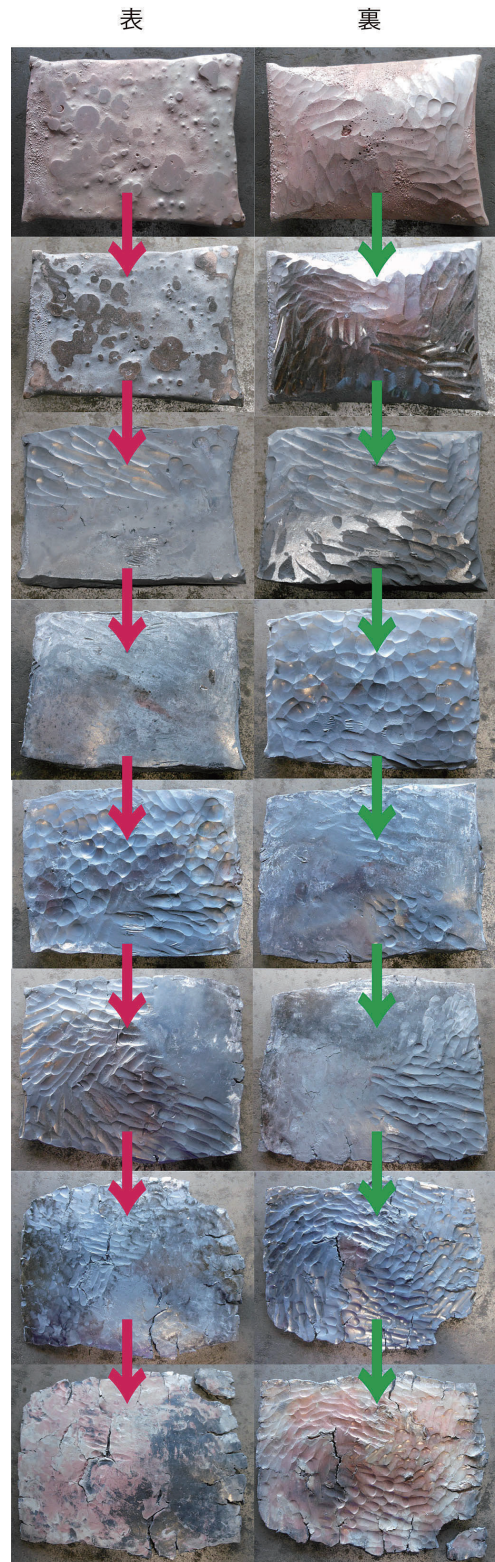
【図7】表
四分一 (Cu : Ag=7.5 : 2.5)



【図8】裏



【図9】側面(厚み20mm程度)
四分一 (Cu : Ag=7.5 : 2.5)



【図10】打ち延ばし過程
四分一 (Cu : Ag=7.5 : 2.5)

