

人と熱との関わりの足跡（その10）
 一金箔製造技術の歴史的変遷と熱との関係一

Footprints of the Relationship between Humans and Heat (Part 10)
 -Historical Transition of Gold Leaf Manufacturing Technology and its Relations with Heat-

高見 怜, 永井 二郎 (福井大学)

Ryo TAKAMI, Niro NAGAI (University of Fukui)
 e-mail: ms210142@u-fukui.ac.jp, nagai@u-fukui.ac.jp

1. はじめに

2019年度、日本伝熱学会に「熱の科学技術史研究会」が設置され、著者の1人(永井)も委員として参加した。この研究会は、その名の通り、伝統的な生活・技術や近代産業技術における人と熱の関わりを調査研究し、伝統技術への新たな提案を探索することを目的の1つとしていた。翌年2020年の日本伝熱シンポジウムが金沢で開催されることから、金沢の伝統技術と熱の関わりを調査することになった。永井と旧知の仲である(株)今井金箔の社長・今井康弘氏に、金箔製造と熱の関わりについて相談したところ、想像以上に深い関わりがあることが分かり、(株)今井金箔の協力を得て調査研究した概要を伝熱シンポ発表論文としてまとめた^[1]。残念ながら、コロナ禍のため伝熱シンポ自体が中止となったが、その後も本稿の著者2人は、金箔箔打工程の熱工学的検討^[2]と金箔製造工程の歴史的変遷調査^[3]を継続した。

金箔は日本の伝統工芸の一つである。神社や仏像、工芸品の装飾には欠かせないものであり、金が持つ独特な色合いや永久に失われることのない美しさは多くの人々を魅了してきた。金箔の歴史は古く、紀元前にまでさかのぼると言われている。日本では金沢での生産が盛んであり、国内の生産量の約98%を占めている。ここで、「なぜ金箔製造が金沢で盛んなのか? どのような経緯があったのか?」という疑問も生まれた。また、金箔は0.1μmほどの厚みしかなく、光を透過してしまうほどである。これは卓越した職人の技術によって実現されており、職人の経験や勘に基づいた部分が多いため、製造技術についての原理や理論付けが明白でない箇所がある。そこで本稿では、既発表内容^{[1][3]}も含めて、金箔製造技術の国内外の歴史的変遷と、特に熱との関係について紹介する。

2. 金箔とは

金箔とは金と銀や銅を混ぜ合わせたものを極めて薄く延ばしたものである。図1に、金箔の主な種類と合金の配合比率について示す^[4]。銀や銅の配合比率により金箔の色は変わり、銀が少ないほど赤みを帯びた黄色になり、銀が増すほど青みがかかっていく。銀は延びが極めて良くなるため金箔には必ず配合されている。一般的に作られているのは純金4号色という名称の金箔で、延びが良く用途も多岐にわたる。主な用途は、宗教工芸の主な資材として、神社・仏閣や仏壇、仏具等に使われる。また、屏風や襖絵、工芸品の漆器や陶磁器、蒔絵等に使用される。その他の種類の純金5毛色、1号色、2号色、3号色は延びが悪く、製品が厚手となるため高価である。したがって、用途も化粧まわしや緞帳などの特殊なものや上質な美術工芸品などである。近年は金箔がお酒、料理、お菓子などの食料品やエステ、フェイスパックなどの美容分野でも活用されるようになり、使用方法が多様化している。

種類	組成		
	金 (g) (%)	銀 (g) (%)	銅 (g) (%)
純金5毛色	100	2	1
	97.087	1.942	0.971
同1号色	100	1.39	1
	97.666	1.358	0.976
同2号色	100	2.49	0.9
	96.721	2.408	0.870
本焼色 (3号色)	100	3.49	0.9
	95.795	3.343	0.862
純金4号色	100	5.19	0.7
	94.438	4.901	0.661
中色	100	10	0
	90.909	9.091	0
3分色	100	32.3	0
	75.586	24.414	0

図1 金箔の種類と配合比率^[4]

金箔は日本だけでなく世界中の国々で使用されている。主な地域は、ヨーロッパでは、ドイツ、フランスやイタリア。アジアでは、中国、韓国、タイ、ミャンマー、インドやトルコ。そして、アメリカやメキシコ、ペルー、エジプトなどである。金箔はこの世とあの世を結ぶ仏壇や祭壇、イコン（聖画像）などにも見られ、各国においても宗教との関係が深い。仏教では、仏像を永遠の輝きを持つ黄金で装飾することで、永遠の豊かさや過去と未来の幸せを願い、祈る心を強く表現していると考えられている。

3. 金箔の歴史の変遷

3.1 海外の金箔の歴史

金箔の製造はエジプトで始まったと言われており、その歴史は紀元前 4000 年までさかのぼる^[5]。金箔は、金の優れた展性を利用して、非常に薄い箔に叩き延ばされていた。そして、美しさと耐久性に優れていたため、美術品等の装飾や保護を目的として使用されていた。例えば、ルーヴル美術館に展示されていた紀元前 4000 年のエジプトの陶製の花瓶の取っ手は、非常に厚い 2 枚の金箔で装飾されている（図 2）。



図 2 紀元前 4000 年のエジプトの陶製の花瓶^[5]

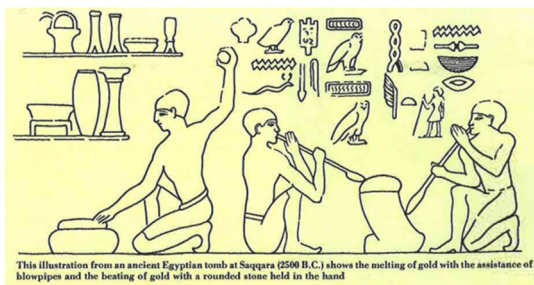


図 3 紀元前 2500 年頃の金箔製造の様子^[6]

エジプトのサッカラには、古代エジプトの広大な埋葬地があり、多数のピラミッドが存在する。図 3 は、紀元前 2500 年頃のエジプトの遺跡で発見された壁画の写し絵であり、金の融解と薄化の過程を描

いた最も古い記録である。この図では送風管で空気を送り込むことで金の融解を促し、丸い石を手にとって金の鑄塊を叩く様子が示されている。また、右上の象形文字が当時の一般的な使用方法を表している。

当時から、職人によって装飾が施された金は極めて貴重な富であった。装飾性と希少性を兼ねた金箔は所有者の権威や富を誇示するには最適であったため、部屋の壁や天井を金箔で覆い、さらに棺にも金箔を使用した。歴代ファラオの墳墓であるピラミッドから金箔で装飾された多くの遺品が発見されている^[7]。

エジプト第 6 王朝から第 13 王朝までの期間（BC2340~BC1785 頃）における、金箔の組成と厚さについての比較したものを図 4 に示す。

Dynasty	VIth	XIIth	XIIIth	XIVth	XVth
Gold, %	92.3	85.92	90.5	78.7	92.7
Silver, %	3.2	13.78	4.5	20.9	4.9
Copper, %	-	0.30	-	-	-
Others, %	4.5	-	5.0	0.4	2.4
Thickness [μm]	-	-	-	1	1

図 4 第 6~13 王朝の間の金箔の組成と厚さ^[6]

金箔は金と少量の銀や銅で構成されていることがわかる。また、この時代にはすでに金箔を 1μm の薄さにする技術があったと考えられる。

金箔製造の技術は地中海貿易で栄えたフェニキア人（紀元前 1500~800 年）によって、ヨーロッパに広まったと考えられ、ローマ人はフェニキア人の捕虜をローマに連れてきた際に金を打つ技術を習得したとされる。当時、金箔が教会や城の石細工の装飾やオーク材の家具に金メッキを施すなどの需要があった。製箔技術は世界に広まるにつれて、知識が蓄積され、技術が向上していった。したがって、金箔は世界に広まることで、より薄くなっていったと考えられる。

時代ごとに使用する道具は変化していった。一方で、金を融解し、銀や銅を混ぜ、鑄塊を叩いて展延させるという基本的な製箔プロセスは紀元前から現代に至るまで大きな変化はないと思われる。金箔製造の包括的な説明で最古のものは 12 世紀にテオフィラスによって書かれた「De Diversis Artibus」である^[8]。これは「キリスト教芸術百科事典」の一部

であり、種々の絵画技法、モザイク技法、金工細工などの当時の技術や芸術技法についても言及されている。金箔の製法についても、使用する材料と道具と工程の詳細が説明されている。概要のみ記すと、12世紀の金箔製造では、金と羊皮紙を交互に重ねて束にしたものを、皮製の袋で包み、既定の大きさまでハンマーだけを使って展延させていた。

1200年頃の金箔利用は、ヨーロッパの写本制作において急激に拡大した。なぜなら、アフリカとの金貿易の高まりや1204年の第4回十字軍によるコンスタンティノープル攻略に伴って、ヨーロッパでの金の供給量が増加したためである。この時代の写本家たちは、金箔をレタリング、欄外飾りや模様、人物像など背景やハイライトとして用いるようになった。写本の中で最も一般的なのは時禱書（キリスト教の信者のために書かれた、祈教会の諸儀式執行のため、規準として定められた式順序、式辞、聖句、祈祷文などが記載された書物）である。図5は1470年代頃にベルギーのブリュージュで制作された時禱書である^[9]。



図5 黒の時禱書^[9]

さらに、絵画にも金箔は用いられるようになった。ビザンティンの画家たちは、薄く延ばされた金箔をアイコンのハイライトに用いることで、安心感や躍動感を生み出し、重要な視覚的要の強調や聖人像への敬意を表現していた。図6は1333年にシモーネ・マルティーニが制作した絵であり、金や金箔を使用して描かれている^[9]。

15世紀には、本の装丁における金箔の利用がヨーロッパに広まった。イスラムで古くから行われていた皮革への金箔押し技術が、イタリアへ紹介されたためである^[9]。図7は、1600年頃にファリードゥッディーン・アッターールによりサファヴィーで制作された写本の装丁である^[9]。



図6 受胎告知^[9]



図7 金の型押しがされた写本の装丁^[9]

また、イタリアのヴェネツィアでは、ガラスに金箔を張り付けたり、金箔の粉を振りかけ、ガラスを吹いたりするなどして、器に金メッキを施していた。図8は15世紀後半ヴェネツィア製の金箔で装飾されたエメラルドのゴブレットである^[9]。



図8 金メッキが施されたゴブレット^[9]

このように、金箔は他にはない装飾性で多くの人々を魅了し、王族や貴族だけでなく大衆の間でも

利用されるようになった。そして、写本や絵画をはじめとする美術品の装飾に活用されていった。

18世紀頃になると、用途が拡大した金箔は、多くの道具を使用し製造されるようになり、製造プロセスの複雑さが増していく。図9はその頃のフランスの金箔製造の作業場の様子であり、(a)金の融解、(b)冷却、(c)圧延、(d)金の展延、(e)金箔の型抜きと梱包を表している^[10]。



図9 18世紀フランスの金箔製造作業場の様子^[10]

18世紀の金箔製造工程の概要を示す^[10]。まず、炉で金を融かし、合金元素である銀や銅を加えた後、質量約220g、厚さ約5mmのインゴット（合金塊）を鑄造する。鏡面研磨され、十分に滑らかな表面を持つ可逆圧延機に連続して通過させることにより、厚さは約17 μ mまで薄くなる。圧延機が発明される前は、この工程はハンマーで行われていた。ここで、展延を中断し、金の延性を回復するために中間焼鈍を行う。その後、箔打ちの工程に移行する。この工程は極めて複雑で時間がかかる。なぜなら、インサートと呼ばれる金箔を挟むシート表面の処理、インサートと金箔の束（スタック）の作成、スタックを開き、金箔の移し替えや裁断するという工程を行い、さらに目的の大きさまで金箔を展延させるために、上記の箔打ちの工程を4回繰り返す必要があったためである。

圧延機で薄くなった金箔は正方形に裁断され、ベラムから成るカッチに挟んでいく。これを何十枚も重ねて束にし、羊皮紙の帯で包んだものを30分ほど叩いていく。この際、金箔が破れないように所定のパターンで均等に叩かれる。叩き続けると、金はカッチの端まで伸びるため、100mmの正方形は4等分され、2番目のカッチに移し替えられる。さらに30分間叩いた後、かなり薄くなった100mmの正方形は再び1/4の大きさに整形し、これらの800枚がゴールドビーターズスキンで作られたショダ

ーと呼ばれる羊皮紙に挟み込まれる。そして、1時間ハンマーで叩き、50mmから100mmまで伸ばした後、さらに1/4に裁断して、叩いて伸ばしていく。ショダーのために金箔を4等分する工程はスキューニングと呼ばれ、スチール製のスキューナイフを使用する。金箔は6 μ mと極めて薄いため、力加減を間違えると破れてしまう。さらに、金箔は静電気の影響を受けやすいため、金箔は静電気が発生しにくいツゲの木から作られたピンセットで丁寧に扱われる。このように、金箔を処理するために専用の道具と繊細な技術を必要とする。

その後、130mm四方の非常に薄い金箔をショダーから1200枚のゴールドビーターズスキンで構成される型へ移す作業を行う。これまでの工程の中で最も繊細で丁寧な扱いが必要となる。鋼のスキューナイフを使ってショダーから金を1/4の大きさにする工程にはワゴンと呼ばれる独創的な道具が使用される。これを使うことで、最小の圧力で切り口がギザギザになることなく、金箔を裁断することが可能である。最終的な打箔の前に金箔を受け取るための冊子の準備は最も重要である。うさぎの後ろ足を使用して、ブライムと呼ばれる焼成石膏粉末を革の両側に散布する。型内のスキンをホットプレスに入れ、箔職人が冊子を本のページをめくるような要領でフライングという作業を行う。これは、工程全体で蓄積された湿気を取り除くために行われる。箔を受け取るための冊子の良否は、職人の技術に完全に依存しており、さらに最終的な打撃の成否は彼らの判断に依存される。約4時間半の打撃を受け、その後、型からそれらを取り外した後、箔を80mm四方に裁断する作業に移る。この作業はカーフレザーのクッションの上で行われる。最終的に切り取られた箔は、25枚の金の箔を保持できる粗い組織の冊子に入れられ、作業は終了する。

このように、18世紀になると、金箔製造の知識や技術の向上により、多くの技術変化がみられる。道具の種類が多くなり、金箔を伸ばすために、ハンマー以外に圧延機が使用されるようになった。また、金箔の伸びが良くなるように加工されたシートの使用も確認できる。金箔を扱う際の道具も生まれ、静電気対策のためのツゲの木からできた道具や、ワゴンやウサギの足などの専用の道具も使用されるようになっていく。さらに工程数が増加し、複雑化していった。伸びた金箔は中心に向かうほど薄く。

全体的に厚みに差があるため、1/4に切り分け、裁断と展延を繰り返すという工程を行うことで、金箔の品質につながる箔の均一性や薄さを向上させていたと考えられる

1763年には、フランスのウィリアムリス博士による「CommerciumPhilosophico-Technicum」において、湿気と温度が金箔製造に悪影響を与えることが明らかとなった。この時代から金箔製造では熱の制御が課題となっており、熱は現在に至るまで、金箔の品質を左右する重要な要素となっている。

19世紀以降は、図10のような手順で金箔製造が行われていく^[5]。さらに、安価に大量生産することを目的として、挟み込み紙や金箔を延ばすための機械である箔打ち機が開発された。

以前まで使用されていたゴールドビーターズスキン、いわゆる羊皮紙は非常に高価であったため、非静電カーボンブラックで覆われた紙や金との摩擦を低減しようと、有機ニスと石膏、石鹼の微粉末で表面処理された高分子フィルムなどが使われ始めた^[5]。

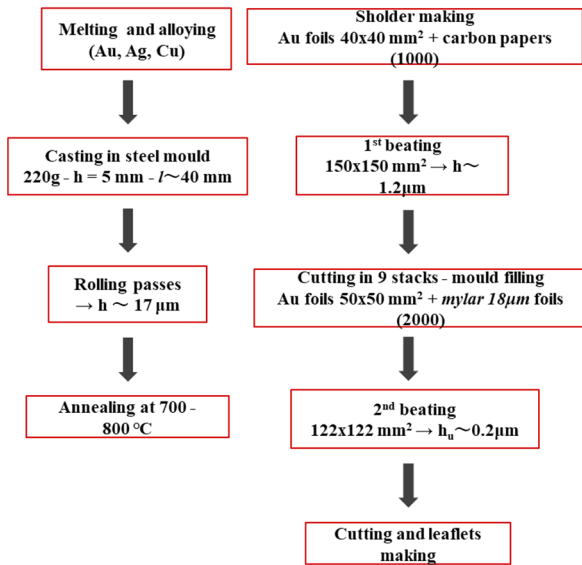


図10 現代の金箔製造の主な工程^[5]

また、箔打ち機の効率を上げるために、箔打ち機が考案された。箔打ち機の開発は1837年にドイツのクリスチャン・ライヒにより試みが始まった。しかし、彼が設計したハンマーは目立った成果がなかった。彼に続いて、ドイツのマイケル・ホフマンも箔打ち機を設計したものの、商業化には至らなかった。1851年にアメリカの企業 Vine&Ashmead がロンドン万

博で自動ハンマーのデモを行ったという記録があるが、プロセスの中で多くの手動介入を必要としていた。このように、多くの人々が良い成果を出せない中、1928年にセシル・ホワイリーが熟練の職人の動きを詳細に撮影し、研究することで商業的にも利用可能な精度の高い箔打ち機の開発に成功した(図11)^[8]。ホワイリーが熟練した職人のハンマー、腕、手首の動きをそれに取り付けられた一連のライトで記録し、これらを写真でプロットする方法で可能な限り職人の動きを正確に再現した。このように、機械による箔打ちは生産性の向上には貢献したが、機械で延ばすと0.1μm、熟練した職人が手動で延ばすと0.05μmであったことから、金箔の品質の観点では職人の熟練の技術には及ばなかった^[6]。

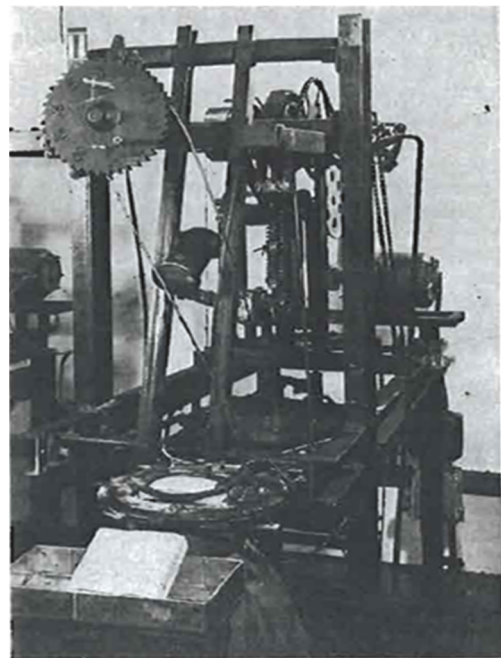


図11 セシル・ホワイリーが開発した箔打ち機^[6]

3.2 国内(特に金沢)の金箔の歴史

日本では、金箔は仏教との関係が深い。仏教が誕生したインドで金箔が使用され始めたのは紀元前5世紀頃であり、その後、金箔製造の技術は仏教とともにアジアの多くの国に広まり、日本には8世紀初頭に伝わったとされる。奈良のキトラ古墳(7世紀末~8世紀初め)の石室の天井に描かれている天文図は、星々が金箔で表現されていたことが確認されている。平安時代には、岩手や秋田の山脈に良質な金が採れる金山があったことから、奥州を握った

藤原氏はこの一帯を管理し、平泉に中尊寺金色堂を建てるなど、黄金文化を築いた。また、天喜1(1053)年に京都の宇治に建てられた平等院方法堂の阿弥陀如来坐像には坐像、光背、光背を固定する吊り金具にも金箔が施されている^[11]。したがって、この時代には箔製造の技術や装飾の技法がすでに発達していたと考えられている。

一方、平安時代末期から鎌倉時代にかけて、金沢では白山信仰が盛んになり、白山文化が広まる。この白山文化には多くの金箔が使用されているが、金沢の地で作られたものかはわかっていない。金箔は卓越した技術が必要で専門の職人にとって作られるが、主に装飾にしか使用しないために、わざわざ職人を常駐させるはずがないことから、地元で作られたものではなかったと考えられる。

中世になると金沢には曹洞宗や日蓮宗、浄土真宗が興隆し、金箔の需要は高まるばかりであった。戦国時代の天正9(1581)年に前田利家は織田信長に能登を与えられると、その翌年には能登羽咋郡宝達山の金鉱が開かれた。さらに、文禄の役で豊臣秀吉が朝鮮半島に出兵した際には、国元の能登で金箔、加賀で銀箔の製造を命じられた。これを契機として京都の箔打ちの技術を金沢に移入し、金箔の製造が始まったと考えられている^[12]。

江戸時代に入り、寛文7(1667)年に幕府が各藩に貨幣の铸造を禁止し、金銀銅の地金を幕府が集中的に管理した。2年後の寛文9(1669)年、加賀藩に銀貨铸造を厳禁する処置が出されたことで、このときに金沢での箔打ちは一旦完全に消滅し、江戸に箔座が設けられた。しかし、金沢でも潜在的な箔の需要があり、密造密売(隠し打ち)が行われていた。

明治2(1869)年、江戸幕府の滅亡と新政府成立後に、江戸の箔打ちを担っていた金座・銀座が廃止された。そのため、江戸での製造は徐々に衰退していった。販売の自由化に伴い、全国で金箔の製造販売が可能となり、金沢の金箔は隠し打ちで蓄積された経験と試行錯誤によって極めて薄く打つ技術が卓越していたことで、全国に評判が知れ渡っていった。そして、全国への販路を拡大することに成功し、金沢箔の地位が全国的に高まり、金沢における生産は右肩上がりが増えていくこととなる。

明治中期には、金沢の製箔業は日本の金箔市場を独占するほどに成長し、1880年頃には箔打職人の数が1500人に達していた。しかし、このような製

箔業の規模の拡大や幕府の統制がなくなったことによる販売の自由化は、販売競争と品質の劣った粗悪品の増加をもたらした。金沢箔の評価を落とす事態を招いた。さらに、明治10(1877)年の西南戦争の際の不換紙幣の大量発行はインフレーションを誘発し、これによる不況がさらなる追い打ちをかけ、金沢の製箔業は大きな打撃を受けた。そのため、明治21(1888)年に箔の品質と価格を管理し、生産調整を行うことを目的として同業組合を組織した^[12]。その結果、徐々に状況は良くなり、明治34(1901)年には羽二重に次ぐ金沢を代表する産業に成長を遂げ、職工数800人を超え、明治38(1905)年には箔問屋が26軒にまで回復した。

大正3(1914)年に、第一次世界大戦が勃発したことで製箔の機械化が実現された。これはドイツでの箔生産が困難になり、製箔技術のあった金沢に需要が集中し、需要の多さに手作業の生産では対応できなくなったことが要因とされている。

昭和16(1941)年、太平洋戦争の影響で金を含む金属類は統制され、奢侈品等の製造・販売が制限されたことで、金箔の生産が低迷し、箔産業の危機的状況が続いた。昭和28(1953)年、戦争が終わると金地金の使用制限が解かれ、金箔の製造が再開された。昭和36(1961)年には、親鸞上人の遠忌があり、金箔の需要が増加した^[12]。また、同年から昭和48(1973)年までは高度経済成長期であり、仏壇・仏具の需要増加に伴い、金箔の需要も急激に増加したことで、生産量は飛躍的に増加していった。昭和50(1975)年にはオイルショックに伴う景気の悪化で、生産量が一時的に減少する。その後、現代製法による金箔の需要が増えたことで、生産量は再び増加していき、昭和61(1986)年から始まったバブル経済において仏壇・仏具の需要がさらに高まり、箔産業は全盛期を迎える^[14]。しかし、バブル経済崩壊後の平成3(1991)年以降は、金箔の需要の減少と金の価格の高騰が相まって、金箔の生産量が大幅に減少していき、平成19(2007)年にはピーク時の1/5まで減少している。生産量の減少と共に製箔産業は縮小を続け、職人の高齢化や後継者不足、海外の安価な金箔の台頭により、現在も厳しい状態が続いている。

このように、金沢では戦国時代に始められた金箔製造が途切れた時期はあったが、現代まで続けられている。この要因はいくつか考えられる。

1つ目は、金沢は古くから浄土宗・浄土真宗の信

仰が厚く、金箔をふんだんに使用した豪華絢爛な仏壇の需要が多かったためである^[13]。

2つ目は、気候条件である。金沢は日本海に面しており、北西からの季節風の影響で1年を通して降水量が多く、湿度が高い。金箔は極めて薄く、空調の風や静電気の影響を受けてしまうほど繊細で、扱いが難しい。そのため、静電気が発生しにくい環境が好ましく、多湿な金沢は条件を満たしていた。

3つ目は、金箔製造に必要な資源に恵まれていたためである。箔打紙と呼ばれる箔打ちの際に金箔を挟む和紙は、金箔の品質を決める重要な役割を果たす。箔打紙の製造には良質な水が必要不可欠で、紙の品質は水によっても左右される。金沢は山に囲まれており、霊峰白山から湧き出してくる水は全国屈指の清流とも呼ばれ、この清流が金沢に流れていた。

4つ目は、歴史的背景である。金沢は戦争時に軍需品として真鍮箔や錫箔の製造を行うために3000人ほどの職人が全国から集められていた。多くの職人が戦後も金沢に残ったとされる。

すなわち、金沢は豊かな水資源に恵まれた土地であり、箔打ちや箔打紙の製造に適した環境であった。さらに、宗教や文化がもたらす金箔の需要が多いことや歴史的背景などを理由として、金箔製造が盛んな土地となったと考えられる。

3.3 技術的変遷

日本では江戸時代まですべて手作業で製箔が行われていた。手打ちでは約109種類の道具を使用していた^[4]。金箔を延ばすために必要不可欠な槌は多くの種類が存在する。箔の生産工程は大きく、小間打ち、中打ち、仕上げ打ちの3段階に分かれており、それぞれの工程で異なる大きさの箔打紙を使用する。槌も和紙の大きさが変わるとともに異なるものを使用し、鉄製の槌の大きさや重量、木の柄の長さや大きさも異なる(図12)。仕上げの工程に近づくほど、軽い槌が使用されていた。さらに箔打ちには、1人で打つ1本打ち、2人で打つ2本打ちと3本打ちがある(図13)。1本打ちでは主槌を使い、2本打ちでは対面の人が向槌を使う。向槌を両手に持って打つと3本打ちになる。

このように一つの工程で使われる槌には主槌と向槌があり、寸法や大きさ以外にも、槌の頭部と柄のなす角が微妙に異なる。さらに金箔、銀箔、銅箔などの箔の種類や工程ごとに異なる槌を使用して

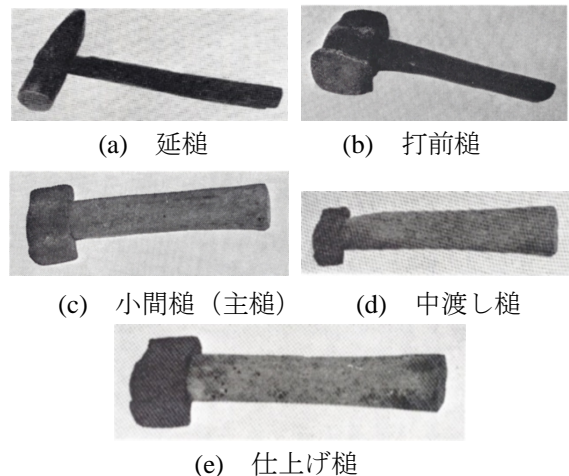


図12 様々なタイプの槌^[4]



図13 3本打ちの様子^[4]

いた。これらは金銀銅による展延の違いや、1人打ちや2人以上で打つ際の違いによる変化を感知し、経験からそのように変化していったと考えられる。製箔では機械化される以前は多くの槌を使い分けて箔打ちを行っていた。また、箔打紙を製作する過程でも専用の槌を使用していた。

明治以降、金箔産業にも機械化の波が押し寄せ、技術革新が起こる。金沢の箔職人である三浦彦太郎が手打ちのままでは箔産業の発展は見込めないと考え、明治35(1902)年に箔打ち工程の機械化を着想した。試作機を数回製作するもののどれも失敗に終わった。ドイツの機械に改良を加えるなど試行錯誤を重ね、13年費やし、大正4(1915)年に毎分約700回の垂直上下運動をする箔打機を完成させた(図14)^[15]。これにより、生産効率は飛躍的に向上した。大正の末期までに、ほとんどの作業場に箔打機が導入され、人力による槌での箔打ちは完全に姿を消してしまった。しかし、箔打ち以外の工程は江戸時代から続く技法が踏襲されている。



図 14 三浦彦太郎が製作した箔打機^[15]

技術的な変化を遂げたのは箔打ちだけでない。世界の金箔製造工程において、挟み込み紙が動物の皮を原料とする羊皮紙から高分子フィルムに変化したように、日本では植物を原料とする挟み込み紙からグラシン紙と呼ばれる表面にカーボンが塗布された紙（図 15）が主流となっていく。転機となったのは真鍮箔、アルミ箔、銀箔の職人らがそれらと同じ製法を用いた金箔の製作の要請を受けたことである。和紙は灰汁を何度も施し 1 年間使用し続けると金箔に品質の差が現れてしまう。新たな和紙を作るのも費用や時間がかかってしまい、製造枚数も限られるため、同じ紙を繰り返し使うしかなかった。そこで、改善策としてアルミ箔や銀箔で使われることがあったグラシン紙を使用するようになった。グラシン紙は箔の延びが良く、簡単に作ることができる、さらに箔打紙に比べ安価であった。一方で、劣化しやすく、1 か月しか使用することができなかった。ゆえに、1 か月ごとに新たなグラシン紙で金箔を作ることで、安価に品質を維持することが可能となり、費用や品質を考慮した結果、グラシン紙が製箔に使われるようになっていった。



図 15 グラシン紙

ところが、銀・真鍮箔用のグラシン紙は金箔には適したものではなかった。そこで、金箔を打つことができるグラシン紙を生み出すためにカーボンやアルミ、界面活性剤、カゼインから成る顔料の最適な配合や量を編み出した。金箔用のグラシン紙が開発されたことで、1960 年頃はグラシン紙を使用した断切工程と呼ばれる現代標準的に行われている手法が確立された。この手法は高度経済成長期で金箔の需要が急激に増加したという状況において、扱いの難しい金箔を銀・真鍮箔の職人でも製作を可能とすることを目指して考案された。断切工程によって作られた金箔は、品質が伝統的な製法には劣るものの、大量かつ低価格で生産が可能となった。

断切工程の確立で金箔の市場が拡大した結果、伝統的な縁付箔の需要が衰退するように思われたが、縁付は付加価値の高い金箔として、断切箔は高い品質を求められない用途に縁付の代わりに用いられるようになった。

4. 金箔製造方法

金箔の製造工程は澄工程、箔工程、仕込みに大別される。澄工程では純金と少量の銀と銅を配合した合金から地金を作り、それを $1\mu\text{m}$ ほどの薄さまで叩いて延ばし、上澄（うわずみ）を作る。この工程は澄屋と呼ばれる職人が担当する。箔工程は上澄を $0.1\mu\text{m}$ に延ばし、金箔に仕上げる。この工程は薄屋が担う。この二つが金箔製造に関する工程である。紙仕込みでは、金箔を延ばす際に挟む和紙に灰汁処理という特殊な加工を施した紙を作る。金箔の品質を左右する重要な工程であるため、紙仕込み専門の職人が行う。これらが伝統的な製法の概要である^[16]。一方、現代製法も存在し、箔打紙の代わりにグラシン紙を使用する。さらに、いくつかの工程を短縮することで大量生産が可能であり、伝統製法に比べ、生産性が高い製法となっている。

4.1 伝統製法^[16]

伝統製法の澄工程では、まず金合わせを行う。これは金、銀、銅を炉茶碗と呼ばれる容器で約 1300°C まで加熱して融解する工程である。金の融解の途中に硝酸カリウムを入れ、合金に混入した不純物を取り除く。炭素棒で混ぜ合わせ、完全に溶けたことを確認したのちに型へ流し入れて成型する。成型されたものの寸法は長さ 170mm、幅 90mm、厚さ 50mm

である。そして水で冷却し、合金が出来上がる。この合金を帯状に伸ばしたものを延金（のべがね）と呼ぶ。ロール圧延機で繰り返し延ばして0.05mmの薄さにする。そして延金の伸びをよくするために熱を加えるなましと呼ばれる作業を行う。ここまでの工程におよそ半日かかる。帯状の延金は5cm角の大きさに切り揃えられる。その延金を1枚ずつ澄打紙である西の内紙（金沢市二俣産の和紙）に挟み込み、叩くための準備作業をする。これは引入れと呼ばれる。図16に示すように、延金と澄打紙を約200枚重ね、その上下をふるやと呼ばれる、使い古して打ち紙として使えなくなった紙を30枚ほど重ね合わせる。それを袋革で覆い、乳革でしっかりと固定し束ねる（図16）。そして、澄打機で延金をまんべんなく叩いていく。しばらく叩くと熱が発生するため、切り返しを行う。これは200枚の束をばらして小分けにし、上下を入れかえて冷ますという作業である。紙と同じ大きさになるまで槌打ちと切り返しを繰り返し、延ばしていく。こうして、13cm角になった延金は小兵（こっぺ）と呼ばれる。これを新たな澄打紙に挟みこみ、同様に束ねる。

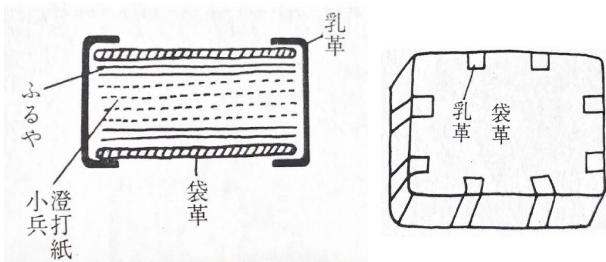


図16 澄打ちの束の構造^[4]

切り返しを行いながら30分ほど打ち延ばし、18cm角になったものは荒金（あらがね）と呼ばれる。現在は荒金までの澄打紙は西の内紙ではなく、ハترون紙を使用している。荒金を断ち包丁で4等分にし、澄打和紙に移し替えていく。澄打和紙は上澄を作るための専用の和紙であり、澄屋がこの和紙の仕込みを行う。四等分された荒金を和紙に移し替えるときの澄打和紙の大きさを小重（こじゅう）といい、大きさは19cm角である。これを三味線皮で包み、小重の大きさになるまで3時間かけて打ち延ばす。延ばしていくと和紙から金箔がはみ出てくるため、その部分を刃物で削り（図17）、形を整えながら薄くしていく。



図17 端落とし^[4]

その後、大重（おおじゅう）と呼ばれる大きさの澄打和紙に移し替える。この束を牛革で包み、それを大重の大きさになるまで打ち延ばす。打ち続けていると熱が発生するため、いくつかの小分けして放熱を行う。4時間ほど打ち込みと放熱を繰り返し、大重からはみ出る21.6cm角の大きさにする。大重の大きさまで延ばされると、さらに打ち紙を交換し、化粧打ちを行う。化粧打ちを施すと柔らかく粘り気のある表面がさらさらした状態になり、扱いやすくなる。さらに、均一な光沢面も得られ、質の向上につながる。このようにして合金を1μmまで延ばした上澄が出来上がる。仕上げは上澄を一枚ずつ抜き取り、それを150枚ずつ20cm角に裁断する。これは澄切りと呼ばれる。そして裁断された上澄は三つ折りにされ澄工程は終了する。これらの金合わせ→延金→小兵→荒金→小重→大重→化粧→仕上げという工程には2週間ほど要する。

これ以降が箔工程となる。まず、20cm角の上澄を9枚から12枚に切り分ける澄切（ずみきり）を行う。これには最終的に出来上がる金箔の重さを均一にするという目的がある。切り分けた上澄を形や重さをそろえながら小間紙と呼ばれる箔打紙に挟み込む（図18）。

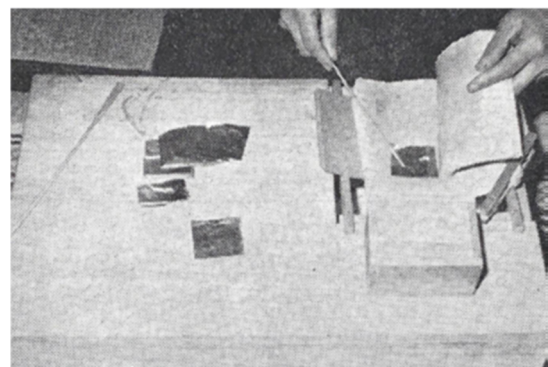


図18 上澄の仕入れ^[4]

これは仕入れ（しきいれ）とよばれる。箔を扱う際に直接手で触れるのは上澄を切って小間を作る作業のこの時のみで、それ以外は竹製の用具を使う。手の脂が付くと箔の伸びが悪くなるだけでなく、傷もつきやすくなる。さらに静電気の影響も受けやすいため、絶縁性のある竹の道具が使われる。ここで使用される箔打紙は手漉き雁皮紙に加工を施し、箔打紙用に仕立てたものである。引き入れの済んだ小間紙を1800枚ほど重ね、（手打ちでは500枚ほど）その上下に約50枚の女紙を加え、さらにその上下に約50枚の白蓋を重ねる。白蓋の上に当革をあてて、6本の巻革でしっかり巻きしめて糊付けする。その上下をさらに袋革で覆い、それを糊付けしてある乳革でとめる（図19）。

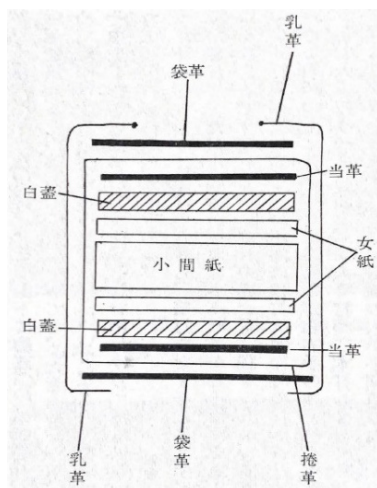


図19 束の構造^[4]

そして、箔打機で10~15分叩いていく。この工程でも打撃によって発生した熱を冷ますために束を開いてしばらく放置する。この作業を5~6回繰り返すと、上澄をそれ以上打っても伸びない状態になる。その大きさは10cm角ほどで、これは小間紙の滑らかさがなくなり、打紙としての機能が失われるためである。小間打ちが終了した後の大きさの紙を小間といい、小間を主紙あるいは、まま紙と呼ばれる箔打ち紙に移す。これを渡し仕事という1800枚をすべて渡し終えると、火の間という作業に移る。電熱器で主紙を温めることで渡し仕事で生じた湿気を取り除くことができる。さらに金をなまし、伸びをよくすることもできる。火の間が終わると上澄を0.1μmまで伸ばす打ち前という工程に入る。1日かけて15分間の打ち伸ばしと放熱を10~15回繰り返す。

途中で伸びをよくするために火の間を何度か行う。仕上がり大きさは16.8cm角ほどである。そして抜き仕事で広物帳という紙の束に移していく。図20のように、箔を挟んだ主紙の束を左手の人差し指に天狗爪をつけ、右手に仕事箸を持って左手の親指と中指で主紙をめくって仕事箸で箔を取り出す。広物帳に乗せた箔の中央を天狗爪で軽く押さえ、箔を広物帳に落ち着かせるために右手で箔の真上から風を少し送る。

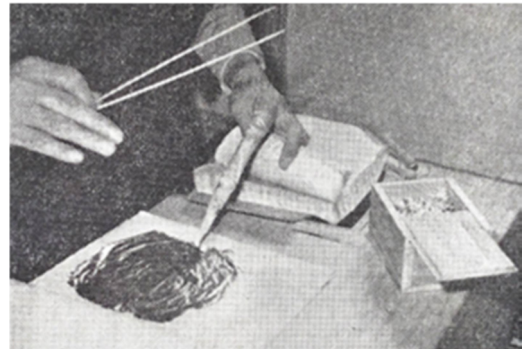


図20 抜き仕事（箔移し）^[4]

抜き仕事の時には箔の屑が出る、これらは格子掃きや兎の手、鳥の羽根で丁寧にこすり落とされる。それでも取れない場合は水銀棒で拾い集められる。これらの一連の作業を格子掃きという。箔打ちで使用した主紙は金粉を払い落とし、再び使用される。格子掃きを怠ると、後ほど説明する灰汁漬けと呼ばれる作業の際に、箔片が付着している部分に灰汁がしみこまず、箔の伸びを妨げる。よって、箔が破れたり、穴が開いたりするため、箔の仕上がりが悪くなってしまう。

最後の工程は広物帳の箔を切り揃える移し仕事である。鹿革を張った皮板の上で竹杵を押し当て上下に動かして切る。そして、革板を90度回転させて同様に切り、正方形に仕上げる。規定の大きさに整形された金箔は箔の寸法と同じ大きさの切紙に乗せる。箔が移された切紙が百枚に達すると「からげそ」と呼ばれる糸で十文字に縛る。その束が5もしくは10束ごとに、「らんし」と呼ばれる紐でくくり、箔箱に納める。完成した金箔を挟む切紙（箔合紙）は岡山県津山市特産の楮で作られた手漉き和紙である。これに挟むことで紙に箔が付着することを防ぎ、湿気を除去することができる。このような多くの工程を経て作られるのが縁付箔と呼ばれる伝統的な金箔である。

切紙が完成した金箔を縁取るように見えることから、この名称がついたと言われている。縁付箔の表面には和紙による凹凸がみられ、独特な光沢と風合いがある。さらに、膜厚は薄く、均一であることから、複雑な形状に対してしわを作ることなく貼ることができるため非常に扱いやすい^[14]。したがって、縁付箔は品質が高いと言われているが、その一方で工程数が多く、完成までに数週間かかるため、価格が高い。

4.2 現代製法



図 21 グラシン紙と金箔の束

3.3 で述べたように、グラシン紙の開発によって考案された断切工程が現在標準的に行われている金箔の製法である。断切工程の製法は、澄切りして切り分けた上澄をグラシン紙に挟み 1800 枚の束を牛革で包んだもの（図 21）を図 22 の箔打機にかける。



図 22 箔打ちの様子

ここで、この機械の一打は縁付箔用の箔打機より重く強い。箔打ち工程では、箔打機による鍛造加工や摩擦によって発熱が生じる。この熱は、金箔とグラシン紙を密着させるため、展延の妨げや破損の原因となる。ゆえに、途中で束をばらして放熱・冷却を行う工程（図 23）が必要になる。放熱を行う温度やタイミングは職人が手触り・頬触りで温度を確認し、経験と勘で判断される。箔打ち前の温度は 23℃程度であるが、打ち続けていくと図 24 のように温度上昇がみられる。また、最高温度が 100℃付近まで達することもある^[2]。このような放熱の工程を数回行うが、伝統製法のように途中で打ち紙を交換することなく既定の大きさまで一気に打ち延ばされる。そして、箔を箔合紙に移し、基準の大きさの木型または、アクリルのブロックを当て、それに合わせて薄刃と呼ばれる道具で裁断する（図 25）。この作業は型の押さえ具合、薄刃にかける力の加減など職人に熟練した技術が要求される。束を押し付ける力が強すぎると金箔に箔合紙の模様が写ってしまう。また、力まかせに切ると金箔の端と箔合紙の端が貼りつき、破れてしまうことがある。したがって、ずれを生じさせることなく精度良く垂直に切る必要がある^[13]。



図 23 放熱・冷却過程

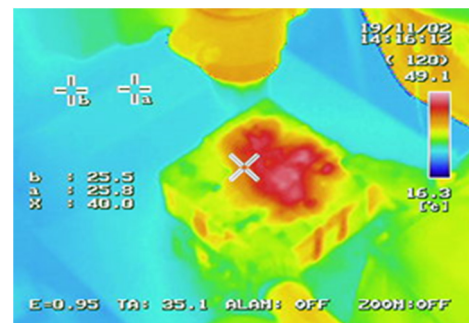


図 24 束の発熱の様子^[2]
(サーモグラフィーによる温度計測結果)



図 25 金箔とグラシン紙の束の裁断^[18]

現代製法で作られた金箔は一気に裁断することから、断切箔と呼ばれている。グラシン紙には和紙の様な凹凸が存在しないことから、断切箔の表面は平坦で、艶のある光沢がみられる。断切箔はわずかに厚みがあり、放射状の模様がみられ、膜厚が均一ではないことから、質は縁付箔よりも劣る。その一方で、工程数が少なく2~3日で作ることができるため、価格が安くなっている。

4.3 箔打紙とグラシン紙

伝統的な金箔製造工程には、もう一つ重要な工程がある。それは紙仕込みという箔打紙を製作する工程である。縁付箔と断切箔の間には品質に差があり、これは挟み込み紙の違いや箔打紙自体の出来が品質の良し悪しに影響すると言われている。したがって、紙仕込みは金箔の品質を左右する必要な工程といえる。

箔打紙は良質な和紙を使用し、江戸時代に名声を高めた摂津の名塩村の名塩紙が江戸・京都をはじめとした金箔の主要な産地で使われた^[11]。雁皮を主として三極や楮も含まれ、漉きこむときに名塩村特有の粘土を混入する。箔打紙は箔を延ばすための柔軟性と弾力性、ハンマーの打撃に耐えうる強度が必要である。強度と柔軟性の相反する性質を持たせるためにこのように様々な繊維を混ぜ合わせている。箔打紙用の和紙は手漉きで作られたものを使用している。漉桁を前後左右に動かすことにより何層にも繊維が絡むことで強度が上がる。楮のような繊維が長く、漉きにくい繊維の紙を漉くことも可能である。さらに手漉きでは職人の卓越した技術により繊維に方向性が生まれ、和紙の美しい模様や滑らかさが現れる。このように、強度や模様、滑らかさなどで

優れているため、時間をかけて丁寧に作られた手漉き和紙が用いられている。

石川には手漉き和紙を製作しているところがある。1つは能美郡川北村字中島で、天明3(1783)年から加賀雁皮紙を製作し続けている。昭和初期以降に金糸・銀糸の台紙用だけでなく、金箔・銀箔の打紙用の手漉き雁皮紙も生産するようになった。もう1つは、金沢市二俣町での加賀二俣和紙である。現在も7戸で紙漉きが続けられている。これらの手漉き和紙が名塩の紙と併用されている。名塩の紙と二俣和紙は箔打紙の材料であるため下地紙と呼ばれている。

次に箔打紙の製法について述べる。箔打紙専用で作られた泥入り手漉き雁皮紙を18cm角に裁断し、1800枚ごとに不純物を取り除く。枚数を数えて菊の花びらのように重ね合わせていく(図26)。その後、あらかじめ水分を含ませておいた白蓋と呼ばれる手漉き和紙に下地紙を挟んでいく。白蓋1枚に



図 26 菊づくり^[14]

対し下地紙は10枚から20枚で、白蓋の水分を下地紙に含ませる。重石を載せ、3時間から一晩かけゆっくり浸透させていく。箔打紙が水分を吸収した後に箔打紙を作る工程に入る。まず白蓋から下地紙を抜いていく。下地紙を600~900枚に分ける。そしてアク打ち機で水分が均等になるように叩いていく。ある程度叩くと紙がくっつくようになるので一枚一枚はがしていき、紙から水分が抜けてくっつかなくなるまでこの作業を20回ほど繰り返す。ここまでのちり掃き→菊ちがい→白蓋→アク打ち→手数の一連の工程をのべ仕込みという。この工程が終わったら灰汁と呼ばれる工程に移る。

和紙本来の機械的性質だけでは箔打ちに不十分である。そこで性質のさらなる向上を目的として行われる処理が灰汁工程である。この工程には良質な

水が必要となる。金沢の水質は軟水でカルシウムやマグネシウムが少ない。ミネラル分が過剰に含まれていると灰汁の原料と意図しない化学反応を起こす可能性がある^[20]。しかし、金沢の水は軟水であり、ミネラルの含有量が少ないため、灰汁づくりに適している。そして、この灰汁を使うと箔の伸びがよく、製品の艶も栄えてくる。

灰汁工程では、まず灰汁を作るために稲の藁（藁束）を燃やす。燃えかすに水もしくはお湯をいれて灰汁を作る。この作業を灰汁焚きという。紙を強くするために柿渋、箔打紙を滑らかにするために卵の黄身や白身を灰汁に混ぜ合わせる。灰汁や柿渋などが均一になるようによく攪拌する。この灰汁に菊ちがいにした下地紙を漬けていく。この作業を灰汁漬けという。一枚ずつ灰汁で濡らし灰汁が全体に均一にいきわたるように慎重に作業する。十分に灰汁を吸い込んだら、絞り棒で灰汁を硬く絞り出す。絞ったものを取り出し、ござに並べて挟むぬれぼしを行う。ぬれぼしが終わったら手数によって一枚ずつはがす。打紙を上下 50 枚くらいの女紙で覆い、さらに白蓋を重ねて図 27 左のように束を作る。そして、灰汁替石と呼ばれる台の上を滑らせながら一番上の案内の野線を引いた白蓋（図 27 右）に従って灰汁替槌で叩く。まず斜線の右部を横線に挟まれた部分を順々に打つ。次に横線のうえを一段ずつ横に打ち終わったら上下を入れかえて打ち、さらに裏返して反対側も同様に打つ。のべ仕込みと同じように叩くのは灰汁の分子を紙の目に均一に並べるため、この均一具合が打紙の品質を分け、金箔の仕上がりに影響する。

ここまでの灰汁漬け→ぬれぼし→手数→アク打ちの工程は一灰汁という。二灰汁済んだ紙は箔の打ち立ての初期段階である上澄の小間を打つ際にしか用いられない。この紙を小間紙という。小間紙を 3, 4 回箔打ちに用いると箔の伸びが著しく悪くなる。そこで、小間紙の機能を回復させるために 3 回目の灰汁漬けを行う。まず、兎の手で小間紙についている箔片をきれいに落とす。これは格子はきと呼ばれ、箔片が残っているとその部分だけ灰汁がしみこまないため、これを防ぐために行う。3 灰汁以降は灰汁に混合する柿渋や卵の量を少しずつ多くする。その量は経験と勘に基づく。4 灰汁までは小間打ち立て専用の紙であるが、5 灰汁済ませた後の紙からようやく一人前の働きをする箔打紙となり、名称が変わる。打紙は箔打ちで 15 回繰り返し使われると寿命を迎える。5 灰汁から 10 灰汁の間の打紙が最も伸びの良い働きのある段階である。この段階の紙を主紙もしくはままがみと呼ぶ。灰汁の加減の良否、職人の打ち方の上手い下手のよっておもがみの使用期間は変わる。したがって、初灰汁からの加工の良否が仕上がりに直結するため、打紙づくりには細心の注意が払われる。紙によっては 10 灰汁以上繰り返すこともあるため大変な労力と手間を要する。

これらの工程が終わると粗ぞろえ・間ぞろえという和紙の縦目と横目を交互に組んでいく作業を行う。そして、1 枚ごとに熱を加え、湿気を飛ばす火あげを行い、再び叩いて紙を締める。火あげを 3 回行ってようやく箔打紙を作る工程は終了する。図 28 は完成した箔打紙である。

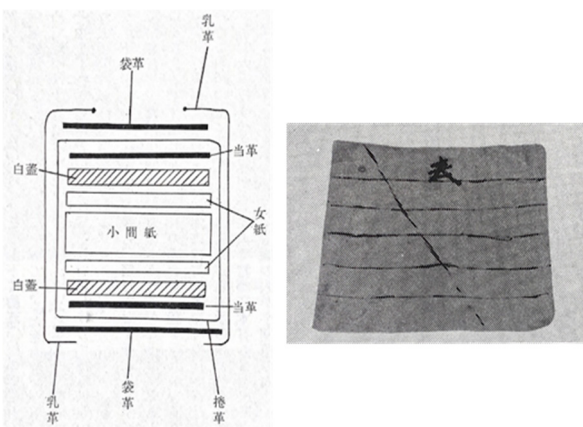


図 27 束の構造（左）と槌打ちの案内線（右）^[4]

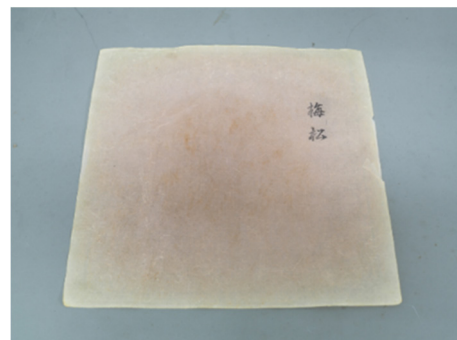


図 28 箔打紙

この工程で和紙に粘土や柿渋、卵などを含浸させる。柿渋と卵で架橋を起し強度と耐熱性を向上させ、粘土は表面の潤滑性と帯電防止作用を施すとい

われている。灰汁処理は箔打紙を再利用するためにも行われる。主な理由として箔打紙は箔打機で何度も打たれることで紙の使用回数が多くなるにつれて繊維間の結合強度が弱まり、それに伴い弾性的伸縮能力は低下することが挙げられる。藁灰の主成分は図29が示すように、炭酸カリウム (K_2CO_3)、炭酸カルシウム ($CaCO_3$)、炭酸マグネシウム ($MgCO_3$) などの炭酸塩であるため、灰汁の中にはこれらの水酸化物が生じる^[21]。水酸化物は卵に含まれる脂肪と結合してアルカリ金属石鹸を形成する。これは潤滑剤としての役割を果たす。また、卵にはタンパク質が含まれる。タンパク質は和紙の繊維同士をくっつける接着剤の役割を担い、さらに柿渋に含まれるタンニンと結合して沈殿物を形成する。これが繊維間に充填されることで表面の平滑化と紙の密度が

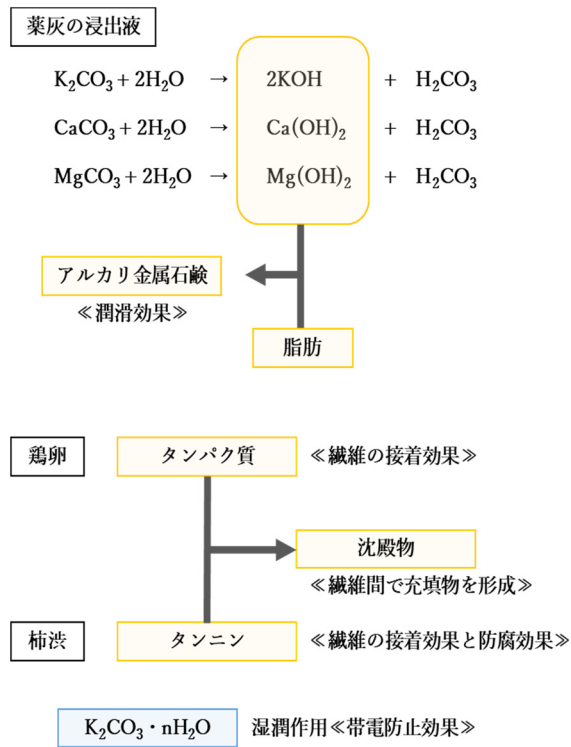


図29 灰汁の成分とその効果^[22]

向上すると考えられる。柿渋にも接着効果があり、炭酸カリウムは吸湿性があるので帯電性を付与する。このように灰汁工程では箔打ちに必要な弾性的伸縮能力の高さ、強靱で疲労強度が高いこと、表面が滑らかで適当な摩擦係数を有することや帯電しないなどの特性を維持または向上するという効果がある。

現代的な製法の断切工程では和紙の代わりにグ

ラシン紙を用いる。グラシン紙とは、亜硫酸パルプなどの化学パルプを長時間かけてどろどろとした状態にする叩解（こうかい）を施し、さらにスーパーカレンダーと呼ばれるローラーを用いて熱と圧力をかけ繊維間の隙間がなくなるまで潰し、平滑度と密度を高めた紙である。グラシン紙は半透明の紙で光沢を有し、加えて高密度であるため耐油性や耐湿性に優れる。優れた性質を持つものの和紙同様単体では性能が充分でない。そこで、金箔製造においてはグラシン紙にカーボン塗布する。カーボンは3000℃に耐える耐熱性を持ち、熱をよく通す。さらに導電性や強度が高く、摩擦が少ない、弾性が低いなど多くの性質を持つ。これらの性質は灰汁処理を施された和紙には及ばないが、箔打紙に必要な特性である、強度、表面の平滑度や帯電性などの条件を満たしているため、カーボン塗布されたグラシン紙が使用されるようになったと考えられる。グラシン紙は経年劣化しやすく、繰り返しの使用に適さないが箔打紙に比べて製作に手間がかからず、大量に作ることが可能である。

現在も金箔製造は全世界で行われている。ヨーロッパではドイツ、フランス、イタリアで生産されており、アジアでは日本、中国、韓国、タイ、ミャンマー、インド等である。さらにアメリカでも製造されている。どの国でも金箔製造のプロセスはほとんど同じである。ところが、箔を延ばす際に使用する箔打紙は国によって大きく異なる。

アジアでは紙漉きの技術を用いて、繊維が非常に細く、強靱な繊維を持つ植物を原料とした紙を製造していた。中国では竹から作られた毛辺紙に油煙を紙表面に塗布した紙が使われている。日本は楮（こうぞ）や三桮（みつまた）、雁皮（がんび）を原料とした和紙を使用している。一方、ヨーロッパの箔打紙は、動物の皮から作られている。なぜなら、ヨーロッパは古くから畜産が盛んであり、羊皮紙などが発達したためである。箔打ちの序盤では羊皮紙を使い、仕上げには盲腸の様な獣皮を使用していた。また、時代が進むにつれて安価で平滑性に優れたプラスチックフィルムを使用した製箔に移行していく。

このように、それぞれの気候や植生による紙自体の原料の違いが箔打紙に地域性をもたらしたと考えられる。

5. まとめ

金箔の製造はエジプトで始まったと言われており、その歴史は紀元前 4000 年までさかのぼる。当時は主に美術品の装飾に用いられていた。金箔や製箔技術は、エジプトからフランスやイギリスをはじめとするヨーロッパや、インドや中国を含むアジアを中心に世界中へ広まり、日本には 8 世紀初頭に仏教文化と共に伝わってきた。日本においては、金箔は仏壇の用途が多く、神社仏閣や工芸品に使用されている。現在、金箔製造は金沢市の製造がほとんどである。16 世紀末に金沢での製造が始まった。歴史的背景や製造に適した環境、信仰されている宗教がもたらした需要等の多くの条件を満たした土地であったことが金沢で金箔製造が盛んな要因であると考えられる。製箔技術は紀元前から現代に至るまで大きな変化はないが、挟み込み紙は地域ごとに異なるものを使用している。一方で打箔の道具は変化が見られ、石から木柄の鑄鉄製のハンマーに変化し、19 世紀からは打箔の機械化の試みも始まった。20 世紀には世界的に機械化が確立された。日本においては、伝統的な製法に比べ、生産効率が高い現代的製法が考案されるなどの技術革新を経て、現在まで製箔技術が伝承されている。

金箔は日本の建築、美術、工芸など多くの分野で活用されている。特に国宝や重要文化財の修復・修繕には必要不可欠である。しかし、江戸時代から途絶えることなく受け継がれてきた金箔製造技術は現在、苦境に立たされている。バブル崩壊を機に金箔の需要は減少し続け、さらに金箔職人の減少・高齢化も進んでいる。後継者不足も顕著であるため、日本の素晴らしい伝統文化が途絶えることも懸念されている。後世にも金箔製造の技術を継承していくためには金箔や製造技術について解明し、多くの人々に知ってもらうことが重要である。金箔・箔打紙の製造技術は経験に基づくものが多く、原理や作業工程の物理化学的意味が明らかとなっていない部分も多い。特に、放熱・冷却工程の熱管理には職人の経験と勘に頼る部分が多い。本稿著者 2 名は、今後、箔打ち工程の伝熱工学的解明を試み、将来的には、箔打ち工程の熱制御に関する改良の提案を目指している。

今回、金箔製造に関する歴史を紐解き、製造技術を見直すことで、新たな価値の創出や技術のさらなる発展にわずかでも寄与できたら幸いである。

謝辞

本調査研究において、打箔工程の取材や計測等に協力していただいた(株)今井金箔の代表取締役社長・今井康弘氏並びに箔打職人の皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 今井康弘, 永井二郎, 金沢金箔の製造における「熱」との関わり, 第 57 回日本伝熱シンポジウム講演論文集, H232 (2020).
- [2] 高見怜, 永井二郎, 金箔製造技術の歴史的変遷調査と箔打工程の熱工学的検討, 日本機械学会北陸信越支部第 58 期総会・講演会講演論文集, B031 (2021), pp.1-2.
- [3] 高見怜, 永井二郎, 金箔製造技術の歴史的変遷, 日本機械学会北陸信越支部 2022 年合同講演会講演論文集, A042 (2022), pp.1-2.
- [4] 下出穂興, 加賀金沢の金箔, 北国出版社, (1972)
- [5] Darque-Ceretti, E., Aucouturier, M., "Gilding for matter decoration and sublimation. A brief history of the artisanal technical know-how", 1st International Conference on Innovation in Art Research and Technology, 4 (2013), pp.647-660.
- [6] Nicholson, E.D., "The ancient craft of gold beating", Gold Bulletin, 12 (1979), pp.161-166.
- [7] Fauskolb, F.W., "History of gold leaf and its uses", Smithsonian Institution Libraries, (1861).
- [8] Theophilus, 'De Diversis Artibus', Book I, Chapter 23, translated into English by J. G. Hawthorne and C. S. Smith, 'On Divers Arts: The Treatise of Theophilus', The Chicago University Press, Chicago, (1963), pp.39-41.
- [9] レベッカ・ブラック, マイケル・W・フィリップス・ジュニア, 図解 金の文化史, 原書房, (2016).
- [10] D.Diderot, J.L.R.D'Alembert, Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, (1751 -1772).
- [11] 北國新聞社出版局, 日本の金箔は 99%が金沢産, 時鐘舎, (2006).
- [12] 川上明孝, 金箔の歴史,製造工程,応用技法, 表面技術, 70-5 (2019), pp.248-254.
- [13] NHK 放送文化研究所, 現代の県民気質—全国県民意識調査一, 日本放送出版協会, (1996).

- [14] 加藤明, 金箔の変遷: 断切技術出現過程を中心とした予備的考察, 北陸地域研究, 1-1 (2009), pp.44-45.
- [15] 金沢市安江金箔工芸館, 金沢と金箔 大正以降～戦後,
<https://www.kanazawa-museum.jp/kinpaku/history/index.htm> (参照 2022/06/24)
- [16] 金箔金箔伝統技術保存会, 金箔伝統箔の技法 [DVD], (2009).
- [17] 大角富康, 金箔の物性に関する基礎研究—光学的手法を用いた金箔の形状計測—, 金箔箔技術振興研究所, (2011).
- [18] 箔座株式会社, 「伝統金箔・縁付の製法」と「現代金箔・断切の製法」,
<https://www.hakuza.co.jp/haku/process.html> (参照 2022/06/24)
- [19] 金箔箔技術振興研究所ニュースレター, 17 (2017), pp.1-4.
- [20] ウォーターサーバー研究室, 日本の天然水パワー再発見! 和紙作りを支えてきた水の力とは?
<https://www.news-postseven.com/lab/waterserver/column/natural-water-supported-making-japanese-paper/> (参照 2022/06/24)
- [21] 北川和夫, 伝統産業としての金箔製造技術, まてりあ, 33-10 (1994), pp.1299-1308.
- [22] 金箔箔技術振興研究所ニュースレター, 6 (2012), pp.1-4.
-