

中国古代の煉丹術における 鍮銅（黄銅）の生成と賢者の石

尾 関 徹*

1 【「中国古代化学」との出会い】

筆者は、2018年に京都化学者クラブ（海洋化学研究所主催）で、「中国古代の煉丹術」に関して話をする機会を与えられた。その時に話した内容は、【中国古代における物質改変の概念】、【黄銅の発明と亜鉛】、【火薬の発明】であった。その後、その時の話を文章にまとめるように頼まれたが、その時期が筆者の定年退職と転居の時期に重なり、本や資料が分散し、再整理するまで一年ばかりの時間を要した。ここでは、紙面の関係から【黄銅の発明と亜鉛】を中心に、標記のタイトルでまとめさせていただこうと思う。

筆者は大学で分析化学の研究室に入り、主に金属の電気化学反応に関する研究を行っていた。電極材料として金も使っていたので、金が非常に不活性で安定な金属であることを、実験を通して知っていた。一方、学生時代から、ヨーロッパの錬金術については興味があったが、卑金属を金に変えるというのは、完全なマヤカシであろうと考えていた。岩波理化学辞典によれば、錬金術とは、1世紀～17世紀、特に、中世のヨーロッパで栄えた原始的化学技術で、その目的は卑金属を貴金属に変化させること、および不老長生薬を発見創製することであったと書かれている。また、そのために「賢者の石」と呼ばれる特別な物質を添加する必要があったという。もしも当時の錬金術がマヤカシであったにせよ、公衆の前で卑金属を金に変えることができたとすれば、「賢者の石」に何が使われていたのか、ずっと、興味を持っていた。

筆者は大学・大学院を修了後、新設されて間の

無い兵庫教育大学に助手として採用された。電極反応の電極材料には、金の他に、白金、銀、銅、亜鉛などを使うことも多かった。これらの金属はイオンへのなりやすさに違いがあり、高等学校でも、「イオン化傾向」として教えられている。そんなある日、教材研究の中で、「銅を銀に変え、銀を金に変える」という実験が、実験書に記載されていることを知った¹⁾。

簡単に説明すると、①亜鉛粒を水酸化ナトリウム水溶液の入った蒸発皿に入れてバーナーで加熱することにより、両性金属である亜鉛は、水素を出しながら亜鉛イオンになって溶解する。②その溶液に溶け残った亜鉛粒と接触させるように銅板を浸漬すると、銅板の表面の色が銀色に変化する。③銀色に変わった銅板を取り出し、水洗い、乾燥後、バーナーで加熱すると、銀色が金色に変化する。②の過程では、銅板と亜鉛粒が電池を構成し、亜鉛がイオンになって溶け出すとともに、溶液中の亜鉛イオンが還元され、銅板表面が亜鉛メッキされて「銀色」に変わる。③の過程では、銅板の表面の亜鉛原子が銅板内に拡散し、黄銅合金を作って「金色」に変わる。

この実験では外部電源の類は一切使わない。ということは、この実験は、ボルタの電池の発明以前でもできたはずである。銅に関しては、自然銅は紀元前9500年頃から、銅鉱石を加熱して溶融銅を得たのは紀元前6000年頃だと言われている²⁾。しかし、もう一つの金属、亜鉛はいつ発見されたのであろうか。そこで、西洋化学史の本を調べると、1746年ドイツのアンドレス・マルク

*兵庫教育大学教授

グラーフが「亜鉛の発見者」と呼ばれると書かれていた²³⁾。一方、インドでは亜鉛精錬が12世紀頃に始まり、中国でも亜鉛の生産が16世紀に始まったと書いてある本があった²⁾。何が本当なのだろうか。また、17世紀以前のヨーロッパの錬金術の時代には、亜鉛はどういう状況にあったのだろうか。

そんなある日、インターネットのホームページに「中国煉丹術中の“鑛石金”」と書かれた金色に光る小さな珠が並んだ写真を見つけた。真鑛(黄銅)の珠である。そこで、この写真の載っている本を調べると、中国で出版された「中国古代化学」という本であることが分かった。さっそく、中国からこの本を手に入れた。当たり前のことではあるが、すべて中国語で書かれていた。筆者は、学会で中国を訪れたこともあり、中国語を少し勉強していたが、専門的な中国語で書かれた本の中の漢字が、物質を表すのか、地名なのか、人名なのか分からなかった。そこで、筆者の大学に中国から来ていた留学生の庚凌峰氏に助けを求め、「中国古代化学」の翻訳を始めた。

原著者の趙匡華先生は、北京大学の分析化学の教授を経て、中国化学史を研究された方だった。この本は、第1章：製陶と製磁、第2章：冶金(銅合金、銅)、第3章：製薬学、第4章：製塩と製糖、第5章：醸造(酒、酢、味噌)、第6章：染料と染色からなっている。本著のテーマである黄銅と金属亜鉛の製錬は第2章に書かれているので、第2章から翻訳を始めたが、面白くなって、すべての章を翻訳し終えた。そこで、旧知の広島大学名誉教授の廣川健先生に監修をお願いし、丸善出版から翻訳本として出版した⁴⁾。以降の章では、この翻訳本から抜粋する形で、中国古代(煉丹術)における【黄銅の発明と亜鉛】について紹介し、西洋における亜鉛の歴史についても述べたいと思う。翻訳本からの抜粋箇所は、『』で明示することにする。また、「(中略)」の代わりに「…」を用いた。『』中の/*xxx*/は、翻訳本中のページ番号である。

2【中国における黄銅と亜鉛の歴史】

「中国古代化学」⁴⁾の第二章『中国古代の冶金における化学的成果』は、『1 銅と青銅の製錬における化学』、『2 中国古代に始まった胆水による冶銅』、『3 黄銅と金属亜鉛の製錬』、『4 中国古代の独特な二種類の白銅』、『5 中国古代における多種多様な銅鉄製錬技術』からなっている。ここでは、『3 黄銅と金属亜鉛の製錬』から抜粋することにする。以下の文章ででてくる「鑛石」、「鑛銅」はいずれも亜鉛黄銅のことである。

2-1【黄銅の発明：点銅成金】

【/*071*/ 黄銅は銅と亜鉛の合金である。中国古代において、青銅に次ぐ重要な銅合金である。初期には、人々は紅銅(金属銅)と、亜鉛を含んでいる菱亜鉛鉱(中国の古代においては“ろかんせき 炉甘石”と呼ばれ、化学成分は $ZnCO_3$ あるいは $ZnCO_3 \cdot Zn(OH)_2$ である)の混合物に炭を加え、一緒に焼いて黄銅を得ていた。その後、人々は、長い時間をかけて金属亜鉛を取り出す方法を模索した。中国において、金属亜鉛と金属銅から黄銅を製造するのは、おおよそ明代(1368~1644年)後期になってからである。

…亜鉛黄銅に関して信頼できる記載の最も古いものは、りょうだい 梁代(502~557年)の人、そうりん 宗懐が著したけいそさいじき 《荆楚歲時記》の中に、毎年7月7日の夕方、…各家の女性は色とりどりの糸を結んで、金、銀やちゅうじやく 鑛石(亜鉛黄銅)でできた針に通す遊びをして、織姫に“裁縫の技術がうまくなること”を願ったとある。

…唐代(618~907年)になると、八、九品官(役人の等級)の帯飾りは鑛銅で作ることが規定されている。…宋代(960~1279年)に至ると、民間でも多くの鑛銅器が見られ、…明代(1368~1644)の頃、この合金の生産量が急増し、かせい 嘉靖年間(1522~1566年)、貨幣は黄銅に変わった。

【/*073*/ 鑛銅を製錬する方法が文字とし

て記載されるのは、ずいぶん後のことである。最も早いのは五代（907～960年）末、宋代（960～1279年）初期の方士である大明^{だいみん}…が著した錬金術の著作《日華子点庚法^{にっかしてんこうぼう}》である。それによれば、百回精錬した銅を1斤（約500g）と、太原産の炉甘石1斤を用いて、これを細かく砕いて混ぜ、木炭を加え、鉄製の缶の中に入れ密封後、かまどの中で加熱し、二日間焙焼し、次に、6時間（3時辰）強い火^{かしよう}で煨焼する。冷却後、封を開け、缶内のものを水で洗うと黄金色の鍍銅が得られる。これはまさしく“銅より金を作る（点銅成金）”である。

/*074*/ 中国の早期における鍍銅とその製造技術が、最初に中国の先人たちによって発明されたのか…結論をつけることは難しい。…唐代以前に古ローマ、インド、ペルシャ諸国の黄銅技術の水準がすでに非常に高く、その生産規模もまた大きかったと推測される。そこで、中国の鍍銅製錬の技術は最初に外国の経験から得られたものと推測しなければならない。』

一般に、中国では、卑な金属を金に変える錬金術にあまり執着せず、それよりも、不老長生を求める煉丹術が盛んだったと書かれている。しかし、この本「中国古代化学」を読んで、実は、中国では「金を作る錬金術」は完成していたのだと感じた。本物の金が得られなくても、本物と同じくらいさびにくくて、金と同じ色で輝き、実用に耐えるものができたら、それは「錬金術」として完成ではないだろうか。そこで、作られたものは、我々にも身近な、5円玉の材料、黄銅（真鍮）であった。

2-2 【亜鉛の製錬】

前節で、黄銅を銅と、亜鉛を含む鉱物から作ったのが最初であることが分かった。それでは、金属亜鉛はいつ発見されたのであろうか。話はさらに続く⁴⁾。

【/*075*/ 世界中の多くの地域で、亜鉛鉱石を用いて、銅（紅銅）を黄銅に変える技術がとても早くから知られていたにもかかわらず、金属亜鉛を取り出すことができたのはかなり後のことであった。これは亜鉛が最も冶金しにくい金属の一つだからである。…炭を用いて酸化亜鉛を還元する時の還元温度は904℃であるが、亜鉛の沸点は907℃であり、還元された金属亜鉛はすぐに蒸発して逃げてしまい、捕集しにくい。

…そのため亜鉛の製錬では、必ず密閉した反応釜の中で行わなければならない。そして、釜の上部では亜鉛蒸気が約500℃程度の温度以下に冷やされて凝縮し（亜鉛の融点は419℃）、釜の下部の加熱部分に戻らないような条件を満たさなければならない。

…中国は明代（1368～1644年）の中期には、すでにこのような非常に難しい冶金技術を習得していた。当時の人はこの金属を“倭鉛^{わえん}”と呼んだ。それは、当時、中国の東南沿海一帯を性格が凶暴な倭寇が荒らし回っていて、この金属亜鉛が“鉛に似ているが性質が猛々^{ただけ}しい”からである。』

原著者の言葉によれば、黄銅や亜鉛金属単体の製錬技術はインド発祥の可能性がある。西遊記の三蔵法師のモデルになった玄奘三蔵は、中国からインドに仏教の勉強に行き（629年～645年）、その際に、いくつかの国で、黄銅で作られた巨大な仏像をみたという。それらの技術が中国にもたらされたのであろう。

3 【亜鉛は西洋の錬金術に使われたのか？】

世界における亜鉛の歴史を見た時、大きく二つの時代区分に分けることができる²³⁾。

第1期：紀元前4000年から紀元後1世紀前半ギリシャ、ローマを中心に、亜鉛を含む銅製品（真鍮、黄銅合金）が数多く作られていた。

第2期：12世紀頃にインドで亜鉛精錬技術が発見され、16世紀には中国で亜鉛の大量生産が

始まる。17世紀になると、東洋起源の金属亜鉛の販売がヨーロッパで開始され、金属亜鉛を積んだポルトガル船をオランダ人が拿捕するという事件も起こっている。

いろいろ調べている内に、ドイツの技術学の創始者、ヨハン・ベックマン（1739～1811）がまとめた「西洋事物起源」という本を、日本の特許庁内技術史研究会のグループが翻訳していることがわかった⁵⁾。そこで、文庫本で全4冊の「西洋事物起源」を探し出し、3冊目の「亜鉛」の章（63～84頁）を読んでみることにした⁵⁾。

『/*064*/ 時が経つにつれて、どのような偶然によるのかは誰も知らないが、銅の熔融時に、ある鉱石を加えると銅の色が黄色になることに気がついた。この鉱石が珪亜鉛鉱であることは間違いなさそうである。…アリストテレスとストラボン、この種の鉱物が真鍮を作るのにずっと使われてきたと語っている。四世紀のミラノの司教アンプロシウス、六世紀のアフリカのアドルメトゥムの司教プリマシウス、七世紀のセヴィリアの司教イシドルスは、銅を黄金色にかえることができる添加物について語っている。この添加物が珪亜鉛鉱であることは疑問の余地はない。

『/*068*/ 真鍮を作るのに炉着珪亜鉛鉱を使用することは、十三世紀のアルベルトゥス・マグヌスが知っていたと明確に断言できる。というのは、彼は、珪亜鉛鉱を添加することによって黄色の銅ができると語っているからである。』

この文章から、銅製品を作る時に亜鉛を含む鉱物を加えることによって黄金色の黄銅を得られることが、非常に古い時代から、西洋でも知られていたことがわかる。中国では主に「菱亜鉛鉱」(「炉甘石」 $ZnCO_3 \cdot Zn(OH)_2$)が、西洋では、主に「珪亜鉛鉱」が用いられていたことになる。珪亜鉛鉱の化学式は Zn_2SiO_4 である。「西洋事物起源」⁵⁾の記述はさらに続く。

『/*072*/ この金属についてわかりやすい

説明をしたのはテオフラストゥス・パラケルススである。彼は1541年に死亡している。しかしながら、「私」はこんなに長い間、少なくとも錬金術師と呼ばれていた人々が、亜鉛を忘れていたとは思わない。「私」は、錬金術師たちが亜鉛によって銅に色がつくということで大いに希望を抱いたため、故意に意味不明瞭に説明し、他の名称を用いて秘密にしようとしたので彼らの著書に亜鉛を見つめることができなかつたのではないかと思っている。』

これらの文章は「西洋事物起源」⁵⁾からそのまま引用したが、この最後の文章のなかの「私」とは、パラケルススのことであろうか。とすれば、パラケルススは他の錬金術師たちが亜鉛を使っていたと考えていたことになる。パラケルススも錬金術師として有名であるが、ヨーロッパの錬金術師たちにとっての「賢者の石」は珪亜鉛鉱、または金属亜鉛だったのかもしれない。

4 【zinc と亜鉛】

日本で我々は、「亜鉛」と呼んでいる。ここで、この「亜鉛」という名称の由来について考えてみたい。

硫酸 H_2SO_4 と亜硫酸 H_2SO_3 、硝酸 HNO_3 と亜硝酸 HNO_2 という名前は、日本の大学で化学を学んだ者にとっては常識の範囲だと考えられるが、現在、中国では、「硫酸鉄」は第二鉄イオン (Fe^{3+}) の硫酸塩、「硫酸亜鉄」は第一鉄イオン (Fe^{2+}) の硫酸塩のことである(「亜」は「亜」の簡体字、「中国古代化学」原著 201 頁 1 行目)。すなわち、対象とする元素の化合物の内、酸化数の小さなものに「亜」をつけることが多い。塩素酸と亜塩素酸の関係も同じである。しかし、亜鉛は鉛の酸化数の小さな状態を指す言葉ではない。

一方、中国では、亜鉛のことを「倭鉛」と呼んでいた⁴⁾。明の末期、1637年(崇禎10年)に宋応星が刊行した産業技術書である『天工開物』にも、「倭鉛」と記載されている。ちなみに、現在

中国における亜鉛の名称は「鋅」である。

ここで、ヨーロッパにおける亜鉛の名称について調べてみると、zinc (仏), zink (独) が用いられ、金属としての zink という言葉が最初に使われたのは、前述のパラケルスス (16 世紀) によるという。そして、この単語は、zinken (櫛の歯) や zacken (釘や大釘) が語源という。金属亜鉛の蒸気が冷えて針状結晶をつくりやすいことが、これらの名前の由来と考えられる。これは、亜鉛が取り扱いにくい金属であるという、中国語の「倭鉛」の発想に近い。ちなみに、現代中国の亜鉛の名称、「鋅」は、「金^{へん}偏に「辛^{つくり}」を組み合わせたもので、「金」は金属を表し、「辛」は発音が zinc に似ていることと、意味的にも hot なためであろう。

それでは、どうして、日本では「亜鉛」の字が使われたのであろうか。調べてみると、江戸時代中期の漢方医の寺島良安が「見た目が鉛に似ている」ということから命名したのが最初とされる。1712 年に寺島良安によって編纂された『和漢三才図会』に初めて「亜鉛」の文字がでてくる。ちなみに、その後多くの化学用語を考案したことで知られる宇田川榕菴も『舎密開宗』(1837~1847 年)の中で、「亜鉛」を用いている。明の李時珍 (1518~1593 年) が編集した『本草綱目』は、1604 年には日本に紹介され、和刻本も出版されている。ならば、寺島良安の頃、日本には、すでに、宋応星が著した「天工開物」(1637) もあったはずであり、寺島良安は「倭鉛」という単語は知っていたはずだと考えられる。やはり、意味的に「倭」という漢字を避けて、音の近い「亜鉛」と名付けたのかもしれない。

5 【現在社会における亜鉛の再評価】

上記のように、16 世紀になって中国で亜鉛の大量生産が始まり、17 世紀には中国の亜鉛がヨーロッパに輸出されていたようである。1746 年にドイツのアンドレス・マルクグラフが独自の方法で金属亜鉛を得て、ヨーロッパでも亜鉛の大量生産が始まる。イタリア人のボルタが 1794 年にボルタ電堆を発明した背景には、このような亜鉛の歴史があったのである。現在、亜鉛はタンパク質の合成に関わる酵素の材料として、サプリメントにも含まれている健康食品である。その意味でも、亜鉛とその化合物は十分に「賢者の石」と呼ばれるにふさわしいものではないだろうか。真実は小説よりも奇なりである。

参考文献

- 1) 「実験で学ぶ化学の世界〈4〉 無機物質の化学・化学の応用」194 銅から銀、金への変化、日本化学会編、丸善 (1996)。
- 2) 「読み切り化学史」渡辺啓・竹内敬一著、東京書籍 (1987) 11 月 30 日。
- 3) 「トコトンやさしい非鉄金属の本」山口栄一監修、非鉄金属研究会編著、B & T ブックス、日刊工業新聞 (2010)。
- 4) 「中国古代化学」、趙匡華 著、廣川健 監修、尾関徹・庾凌峰共訳。丸善出版 (2017) 9 月 30 日。
- 5) 「西洋事物起源 (三)」ヨハン・ベックマン著、特許庁内技術史研究会訳、岩波文庫 (2000) 1 月 14 日。